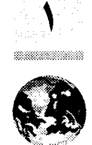
عمر الكرة الأرضية

إعـــداد

الأستاذ الدكتور/ حنفى على دعبس

١



٢٠٠٠

تقديم

يواصل المعهد القومى للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية مسيرته فى خدمة مجتمع البحث العلمى فى مصر، من خلال دراساته المتنوعة فى مجالات الفلك، وعلوم طبيعة الأرض، والفضاء. هذا بالإضافة إلى إهتمام المعهد البالغ بنشر الوعى العلمى، بين جميع فئات القراء العرب بصفة عامة، والقارىء المصرى بصفة خاصة، وذلك بنشر مجموعة من الكتيبات المبسطة فى جميع المجالات التى يتم دراستها بالمعهد، مما يساعد على التشجيع فى المشاركة الفعالة لحفظ البيئة، ونشر مفاهيم مجالات علوم الفلك وطبيعة الأرض والفضاء.

وهنا يساهم الكاتب بماله من خبرة فى مجال الطبيعة الأرضية، بمايزيد عن أربعين عاما، فى نشرالوعى العلمى، بهذا الكتيب، الذى أعجبتنى شموليته وحداثة معلوماته، والتى أستمدت من كامل بقاع الكرة الأرضية ، وذلك فى أسلوب سهل، بعيدا عن أى تعقيدات علمية، فهو للمتخصصين وغير المتخصصين، كما جمع بين أشهر الأمثلة، وأكثرها وضوحا، مما سيساعد القراء على تفهم تاريخ الكرة الأرضية التى عليها نحيا، ومنها نستمد المتطلبات المدعمة للحياة نفسها.

والله الموفق ،،،

أ.د. على عبد العظيم تعيلب

رئيس المعهد القومى

للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية



مقدمة

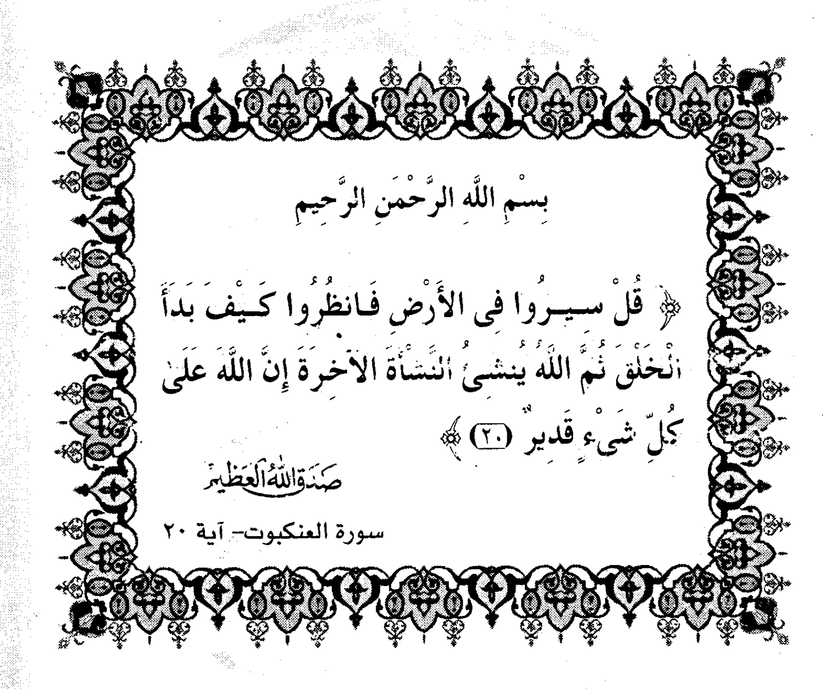
سبق أن تقدمت إلى القارىء العربى بكتيب « قصة الكرة الأرضية » ونظرا لنفاذ الطبعة الأولى والثانية، مما يعكس اهتمام القارىء بهذا المجال؛ لذا وجدته لزاما على أن أستكمل هذا الموضوع، بأن أتقدم بالكتاب التوأم لقصة الكرة الأرضية بعنوان « عمر الكرة الأرضية ».

وإنى إذ يسعدنى أن أقدم هذا الكتيب ضمن سلسلة كتب تبسيط العلوم التى يصدرها المعهد القومى للبحوث الفلكية والچيوفيزيقية؛ فإنى أتقدم بخالص الشكر والتقدير للأستاذ الدكتور/ على عبد العظيم تعيلب رئيس المعهد على مراجعته الدقيقة واهتمامه الذى كان له أكبر الأثر فى ظهور هذه الطبعة.

أ.د / حنفى على دعبس







بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ قُلْ سِيرُوا فِى الأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ بَدَأَ الْخَلْقَ ثُمَّ اللَّهُ يُنشِئُ النَّشْأَةَ الآخِرَةَ إِنَّ اللَّهَ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ (٢٠) ﴾

صَدَقَ اللَّهُ العَظِيم

سورة العنكبوت- آية ٢٠



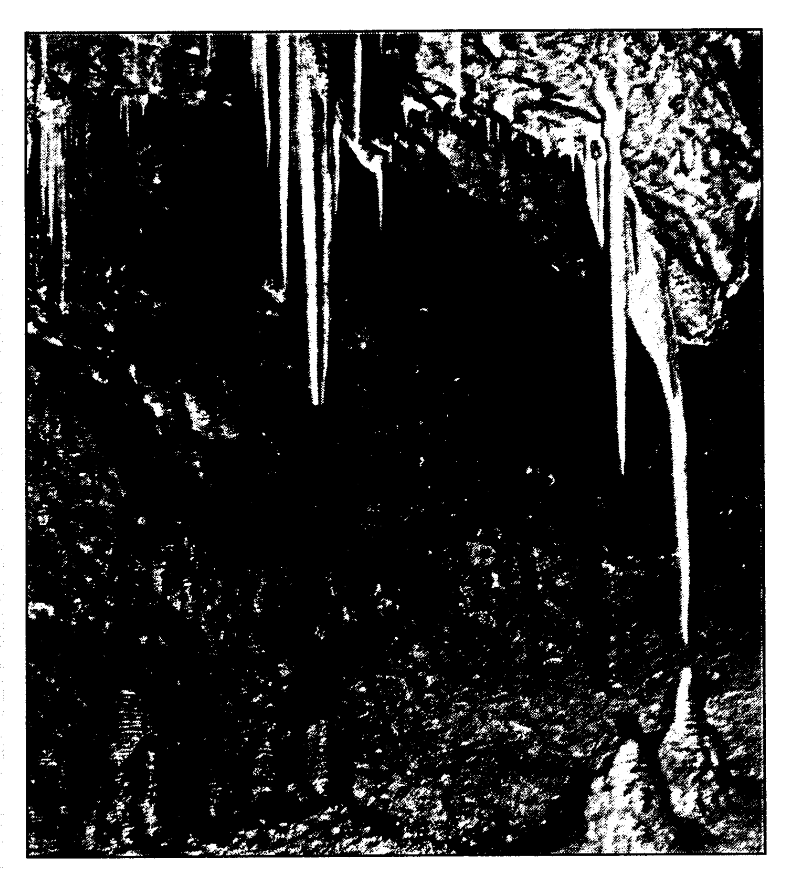
عمر الكرة الأرضية

الزمن التاريخى سيكون من الصعب إدراكه - رغم قصره نسبيا- إذا لم يقسم إلى تدرج منتظم ، طبقا للأحداث وللقرون ، تلك التى نعرّفها بالحضارات وبالثقافات ، والحكم، والثورات أو الإنقلابات.

أما الزمن الچيولوچى فقد لايدركه العقل لكبره البالغ، ولذلك فالحاجة هنا أمس إلى أن يجزأ أقسام أساسية، ليس فقط هذا، بل ويقسم كل قسم أساسى إلى أقسام ثانوية، وذلك لكى ندرك عمر الكرة الأرضية.

وهنا نبين كيف أن كل قسم أساسى من تاريخ الكرة الأرضية قد تم بناءًا على التغيرات المناخية، والجغرافية، والأحداث، بغرض كشف مهرجان الحياة، وكيف تم تأريخها باستخدام أحدث التقنيات العلمية.





شكل (۱) استلاجميت واستلاكتيت ، كاسلتون، دير بشير



كم يبلغ عمر الكرة الأرضية ؟

إنه أهم مايميز الإنسان عن باقى المخلوقات هو إحساسه بالزمن، فقد أيدت كل الشواهد، المدفونة تحت سطح الأرض والتى تم اكتشافها، أن إنسان ماقبل التاريخ، وكذلك الإنسان البدائى ، كان يبدى اهتماما كبيرا بالمستقبل واحتراما للماضى، والآن نجد أن الإنسان المتحضر الحالى يبذل الجهد الكبير فى محاولة منه لاسترجاع الماضى بمكوناته وتركيباته، وفهم تلك الأيام الخوالى.

ويختلف مدى اقتناع العامة بالمعلومات التى يعلنها علماء التاريخ والآثار عما يدلى به عالم الچيولوچيا . إن الطرق التى يتبعها علماء التاريخ والآثار مألوفة، ولذلك فسواء يُجرى المؤرخ استرجاع الماضى بمكوناته وتركيباته، بالنسبة لحضارة وادى النيل بمصر، أو العصر الفيكتورى بانجلترا، فليس من الصعب للرجل العلمانى العادى أن يقتفى أسارير الشواهد والدلالات المعلن عنها. أما الطرق التى يتبعها عالم الچيولوچيا لتتبع وأستخراج تاريخ الكرة الأرضية ككل، الذى يرجع إلى مئات ملايين السنين، مازالت خافية وغامضة على الكثيرين . ولذلك فإن الصورة التى يخرج بها عالم الچيولوچيا، عن استرجاع الماضى وتركيباته، لاتحظى بالإقتناع الكامل لدى العديد من الناس، فالأحداث الچيولوچية تعود إلى أعماق الزمن السحيق، وهذا يثير دائما السؤال التقليدى: وكيف لعالم الچيولوچيا التأكد مما يقول ؟ . وهذا الكتيب هو محاولة لتوضيح كل من الطرق والنتائج لهذاالاستدلال الچيولوچى، وسوف يبين كيف تم بناء المقياس الچيولوچى للزمن، وكيف تم استكشاف عمر الكرة الأرضية نفسها.

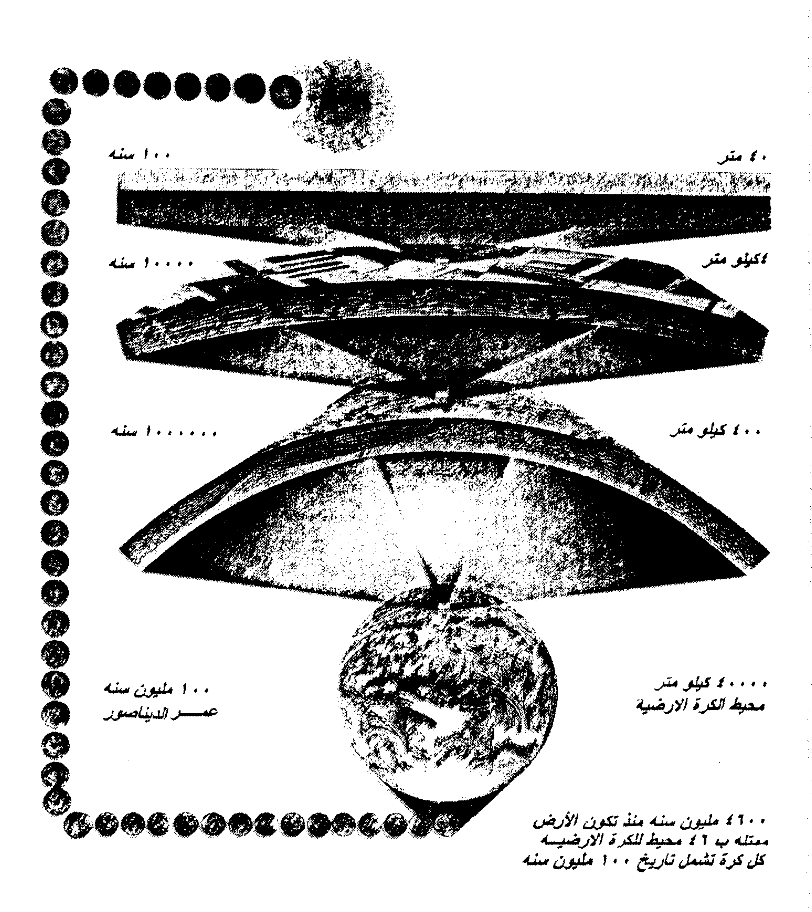
إن معظم الجماهير على استعداد لتفهم فترة زمنية تقدر بمئات وحتى بآلاف السنين؛ فى حين أن الچيولوچيين، يستعملون مليون سنة كوحدة زمنية ، عندما يتعاملون مع تاريخ الكرة الأرضية ، وعرضا يتكلمون عن ٥٠ أو ٥٠٠ مليون





سنة، وهذه مدد زمنية قد تكون خارج الإدراك. ولتقريب فهم هذه الأزمنة فإن (شكل ٢) يبين مقياس الزمن، لعلماء التاريخ والآثار والچيولوچيا، بما يقابله ويعبر عنه بمسافات حول العالم: فعلى سبيل المثال لو مثلنا مائة سنة بمسافة قدرها أربعين مترا، فسيمتد طبقا لهذا المنوال، زمن ٥٠٠٠ سنة الخاصة بالتاريخ المسجل إلى مسافة قدرها ٢ كيلو متر فقط - أى حوالى ٢٠ دقيقة سيرا على الأقدام. وبالنسبة لعلماء الآثار الذين ترجع دراساتهم إلى ١٠٠٠٠ سنة بمقياس الزمن؛ فستمثل هذه الفترة بمقياس المسافات بأربعة كيلو مترات، علما بإن دراسة بعض الآثار قد ترجع إلى عشرة أمثال هذا الزمن. فإذا انتقلنا إلى العمل الچيولوچى فإن المليون سنة إلى الوراء، وهو بداية العصر الثلجى وهو حدث چيولوچى حديث، تماثل ٤٠٠ كيلو متر، أى مسافة أطول من البعد بين الإسكندرية ومرسى مطروح، وللوصول إلى عصر الديناصورات ١٠٠ مليون سنة، فيستلزم مسافة أن ندور مرة واحدة حول الكرة الأرضية قاطبة، وبهذه المعايير فإن الزمن الچيولوچى الذى نحن بصدده يمثل بمسافة تحتاج الدوران حول الكرة الأرضية ست وأربعين مرة.

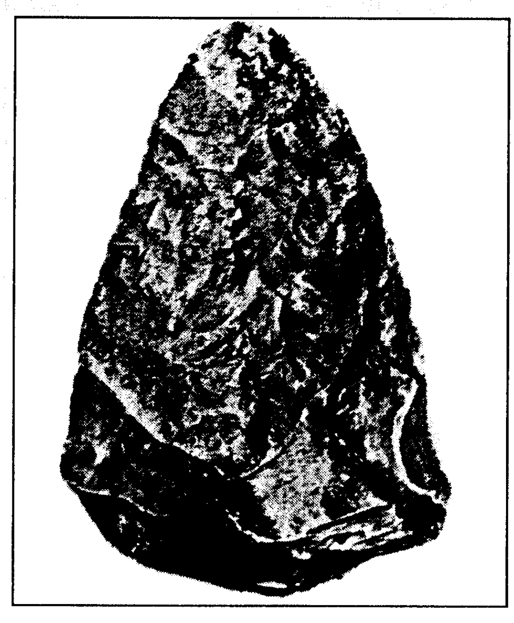




شكل (٢) مقياس الزمن والمسافة

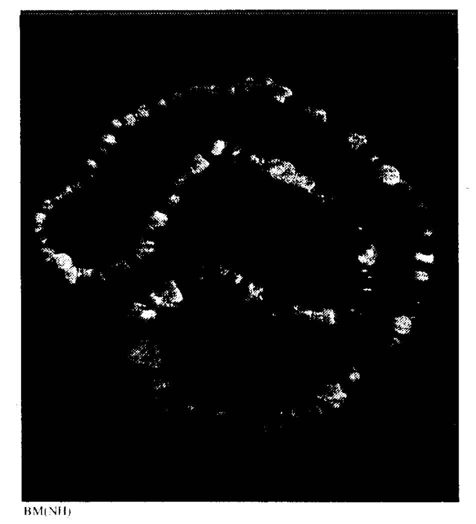


وتربط (الأشكال الثلاثة ٣، ٤، ٥) هذه المقاييس الزمنية المختلفة، فالفأس اليدوية التى تم تصينعها فى العصر الحجرى القديم من أحجار يرجع عمرها إلى العصر الحديث الأسبق، أى ٢٠٠٠٠٠ سنة، أى من قاع مقياس الأثريين، وهو قمة مقياس الچيولوچيين. كما أن اكتشاف هذا الأثر إبان سنة الثورة الفرنسية قد أضاف أبعادا تاريخية. المثال الثانى هو العقد الذى تم صنعه بواسطة رجل العصر البرونزى منذ ٤٠٠٠ سنة فقط قد استخدمت فيه الحفريات الإسفنجية التى يرجع عمرها إلى ٨٠ مليون سنة . وفى المثال الثالث نجد أن الفنان من العصر الحجرى القديم قد استلهم رسما لحيوان سابق منقرض من حفريات عظام واسنان وأنياب وجدت فى أوروبا.



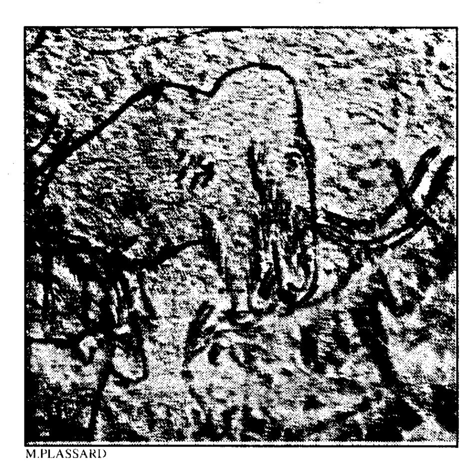
شكل (٣) فأس يدوية صنعت فى العصر الحجرى





BM(NH)

شكل (٤) عقد صنع البرونزى



M.PLASSARD

شكل (٥) رسم لفنان من العصر الحجرى



ماذا يمكن أن نعرفه من الصخور؟

أن معظم معلوماتنا عن تاريخ الكرة الأرضية تنبع من دراسة الصخور المكشوفة فوق سطحها أو من الصخور المغمورة حتى الأعماق التى يمكن الوصول أليها بحفر الآبار. وفى قدرة الجيولوجى أن يستنتج المعلومات حتى من عينات الصخور ذات المظهر العادى.

وتتقسم الصخور من حيث أصولها إلى ثلاثة أنواع : أولها الصخور النارية ، مثل البازلت، تبلورت من المواد المنصهرة سواءا فوق أو تحت سطح الأرض. وثانيها الصخور الرسوبية، مثل الحجر الرملى، تكونت نتيجة لعوامل التعرية وأثرها على الصخور المكشوفة، وحملت بالماء والرياح أو الثلوج ، ثم استقرت فوق الأرض أو تحت الماء. وثالثها الصخور المتحورة، مثل المرمر والرخام وحجر الإردواز، تكونت بإعادة تبلور أية صخور بالحرارة والضغط، غالبا فى العمق تحت السطح. وتزودنا الصخور القديمة النارية والمتحورة بشواهدعن الأصل والتاريخ المبكر للقشرة الأرضية ، فالصخور التى اعتراها تشوها حديثا، والأجسام النارية، تتيح لنا فهم السلاسل الجبلية، والهيئة التركيبية، والتحركات الأرضية. كما تمدنا الصخور الرسوبية وكذلك الحفريات التى تحتويها بالبيانات لاسترجاع تاريخ سطح الكرة الأرضية خلال ١٠٠٠ مليون سنة. ولقد اشتق اسم **علم طبقات الأرض**، الذى يدور النصف الأول من هذا الكتيب حول مبادئه وأسسه ، من عملية **التركيب الطبقى أو التطبق** للصخور الرسوبية.

ويبين (شكل ٦) البيئات المثالية التى ترسبت فيها الصخورالرسوبية فى



نهر جليدي
بحيرة
نهر
كثبان رملية
ساحل
بحيرة شاطئية
دلتا
رف
منحدر
مرتفع
تيارات عكرة
مستوى الهاوية

بيئات قارية
بيئــات بحريه

شكل (٦) بيئات النحر والترسب



الوقت الحالى. وبالرغم أن الصخور التى ترسبت فى الأرفف البحرية وفى دلتا الأنهار، وتلك التى تكونت بتيارات أعماق البحار العكرة تكوّن جملة التسجيل الچيولوچى ، إلا أن لجميع العوامل البيئية الأخــرى مساهمة لايمكن اغفالها، فدراسة الظروف البيئية الحديثة والحيوانات والنباتات المرافقة، تتيح لنا المقدرة على تمييز ظروف الترسيب للعديد من الصخور القديمة، كما تزودنا التكوينات المعدنية فى صخر رسوبى، وأشكال الحبيبات التى تكونه، والمنظر العام لملامح تركيبه الطبقى، بشواهد: لنوعية الصخر الذى تعرض للتعرية الجوية وأثمر هذا الترسب ، وللعوامل المساعدة التى حملته من المنبع، وللمناخ، وللبروز فى المساحات الذى نحت منها والذى ترسب فيها. وتسمى الصفة الكلية لصخر رسوبى المرتبطة ببيئة معينة للترسيب، بما يحتويه الصخر من المعادن والحفريات والنسيج **بالسحنة**. والتكوينات الطبقية الممتدة فى البيئات المختلفة فى (شكل ٦) سوف تدل كل واحدة منها على سحنة مختلفة عندما تتحول إلى صخر. ورسوبيات أى رف بحرى فى نفس الظروف، كما فى الشكل، ستكون بنفس السحنات العامة مهما كانت أعمارها . ومفاهيم السحنات ومايطرأ عليهامن تغيرات تكون مهمة عندما نأخذ فى الإعتبار عمر وحدة صخرية معينة بالتفصيل.

ولاكتشاف أصل ماهية رسوبيات ما، فلابد أن ندرك التغيرات التى تطرأ مابين ترسيب ودفن هذه الرسوبيات وبين ظهورها كصخر، فى محجر أو هضبة أو حائط صخرى. وتعرف هذه التغيرات بـ **ديانسيس**، وتشمل على : الإحكام (الدمدكة)، وإعادة البلورة، والملاطة (نوعية الإلتحام)، والأكسدة، والإختزال. فقد يظهر طين الكالسيت المدفون فى أرضيه رف بحرى دافئ كحجر جيرى صوانى، وقد يتغير الطين الأسود إلى حجر الطين الصفحى (الطفل).

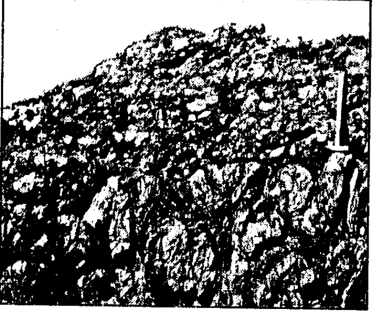


وبصفة عامة، ترقد الرسوبيات سواءًا كانت فوق قاع نهر أوفوق أرضية محيط على هيئة صفائح ممتدة. وتؤكد الديانسيس الإختلافات الطفيفة بين الطبقات المتعاقبة، ولذلك فإن الطبقات غالبا ماتكون شديدة الوضوح فى الصخور الرسوبية، وتتميز كل طبقة بمفردها بنفس العمر أينما نتتبع آثارها. ومن الطبيعى أن تكون كل طبقة أحدث عمرا من الطبقات التى تمتد تحتها، وأقدم عمرا من الطبقات التى تمتد فوقها. ولكن غالبا أن يعترى هذه الطبقات عمليات معقدة من الطى أو التكسير بالقوى المؤثرة فى القشرة الأرضية (شكل ٧) ، حيث تكون قد حقنت ، وشويت وييبست، بأجسام صاعدة لصخر منصهر. كما يمكن أن يموه الترسب الأصلى، كأن يتحور الطفل والطين الصفحى إلى إردوازوشيست (حجر مصفح). وقد تدفع هذه الصخور المطوية إلى أعلى، وتصبح مكشوفة فى مساحات منحوتة، أو تغوص إلى اسفل -وهى اقدم عمرا- فتغطّى بطبقات رسوبية ممتدة أحدث منها عمرا، ممايؤدى إلى ظاهرة **عدم التطابق** (شكل٨).

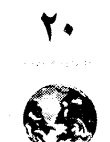
R.B CAMPBELL



شكل (٧) طيات كبيرة ، جبال كاريبو، كندا



شكل (٨) اللاتطابق، كمبريرا، ارجيلشير



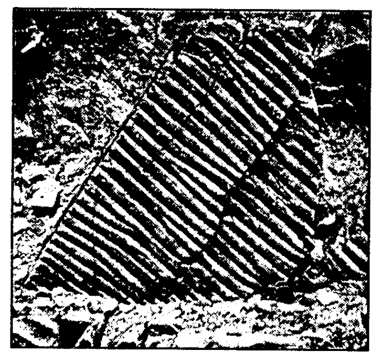
ويحل الچيولوچى هذه المضاعفات فى محاولة ليكتشف نظام ترسب الرسوبيات، وكذلك صفاتها الأصلية ، وخطوة بخطوة يقدم بيانا للتغيرات التى كابدتها. على سبيل المثال فى مساحات الطى والتفلق المعقدة؛ ربما أن الطبقات قد قلبت رأسا على عقب، وحتى يكون الحل ممكنا يتفقد الچيولوچى ملامح الصخور الرسوبية التى تعطى دليلا عن نشأتها الأصلية. فالتموج المميز فى الحجر الرملى أو الحجر الطينى له قمم عليا وقيعان مدورة سفلى، ويوضح (شكل ١٠)، سطحا أقدم لبلاطة قائمة، حيث يتغير باضطراد حجم الجزئيات فى صخر رسوبى؛ وعليه تكون الطبقة الأكثر خشونة بصفة عامة أقدم عمرا من الأنعم(شكل١١). وفى الصخور ذات التموج المتقاطع المتكونة فى الدلتا أو الكثبان الرملية، نجد بصفة دائمة أن الطبقات الأحدث عمرا تقطع بالعرض الطبقات الأقدم عمرا. وعندما يحتوى كنجلمرات (طبقات من الحصى والرمل المتماسكة) فى وحدة صخرية على حصى مميز منفصل من صخر قريب مجهول العمر؛ فإن هذا الصخر القريب يقيد بأنه أقدم عمرا من الكنجلمرات. وبدون تطبيق هذه المعايير لايستطيع الإنسان أن يخبرنا بأن الطبقات الأفقية فى (شكل ٩) قد قلبت بالطى حيث أن الطبقات الأقدم عمرا ترقد الآن فوق الطبقات الأحدث عمرا.



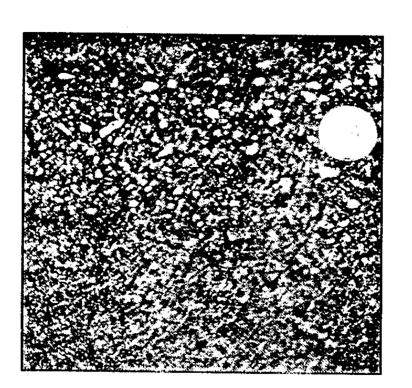


شكل (٩) طبقات قلبت، كيلتيى واتر،
ستيرلنج

F.W. DUNNING.IGS

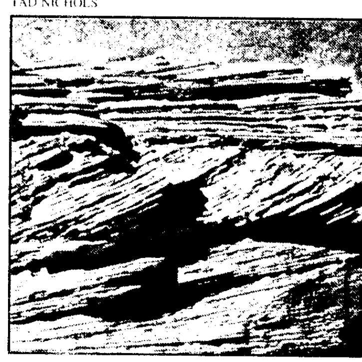


شكل (١٠) التموج المميز فى الحجر الرملى،
المغرب



شكل (١١) طبقة جانبيه مدرجه، ستاك
بوللى، روس وكروماتى

TAD NICHOLS



شكل (١٢) تموج متقاطع فى كثبان رمليه،
الاريزونا ، الولايات المتحدة




بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
﴿ وَجَعَلْنَا بَيْنَهُمْ وَبَيْنَ الْقُرَى الَّتِي بَارَكْنَا فِيهَا
قُرًى ظَاهِرَةً وَقَدَّرْنَا فِيهَا السَّيْرَ سِيرُوا فِيهَا
لَيَالِيَ وَأَيَّامًا آمِنِينَ (١٨) ﴾
صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيم
سورة سبأ - آية ١٨



تسمية الطبقات

ينطلق الچيولوچى، وهو على دراية تامة بكمية المعلومات التى يمكن أن تكتسب من دراسة الصخور، إلى الحقل، موقع العمل، حيث الحوائط الصخرية، والهضاب، والجرف، والمحاجر، وأماكن شق الطرق، والخنادق والأخاديد. فيقوم بالفحص والدراسة، ثم يرسم مواضع الطبقات المختلفة التى يجدها على خريطة. وتوضح هذه الخريطة الچيولوچية التى بناها منظومة لبروز الطبقة الصخرية، ووضع واتجاه الطبقات الرسوبية فى منطقته المختارة للدراسة. فإذا كانت الصخور مكشوفة للعراء كما فى المناطق الجبلية أو الوعرة، فستكون الخريطة تسجيلا لأرصاده؛ ولكن غالباماترسم خطوط الحدود الچيولوچية من كمية شواهد محددة. وفى نفس الوقت، يقوم الچيولوچى بقياس سمك الطبقات المكشوفة فى الجرف والهضاب والمحاجر ليرسم قطاعا عموديا للمساحة تحت الدراسة. وغالبا ماتبين صور الأقمار الصناعية لمنطقة ما فى أحد الأقطار (شكل ١٣) منظومة عامة لبروز الطبقة الصخرية يمكن رؤيتها بالتفصيل من الخريطة الچيولوچية (شكل ١٤) ، ويدرك كنهها بربطها إلى القطاع العمودى (شكل١٥). ومن تتابع الطبقات فى القطاع العمودى؛ سيسترجع الچيولوچى قصة التغير البيئى لعمليتى الترسيب والنحت. وتسجل الخريطة الچيولوچية الحوادث مثل الطى، والتفلق، والتحول الذى حدث بعد الترسب (بزمن كبير). وتدرك هذه الحوادث من رسم قطاع خلال المساحة تحت الفحص والدراسة. ويكشف (شكل١٦) لعين الچيولوچى قصة الترسب، والطى، وتداخل الصخور النارية، والتفلق، والنحر، والغمر، وزيادة الترسب، والرفع، ونحت الوقت الحالى.



NASA 1373-00364 (FALSE COLOUR)



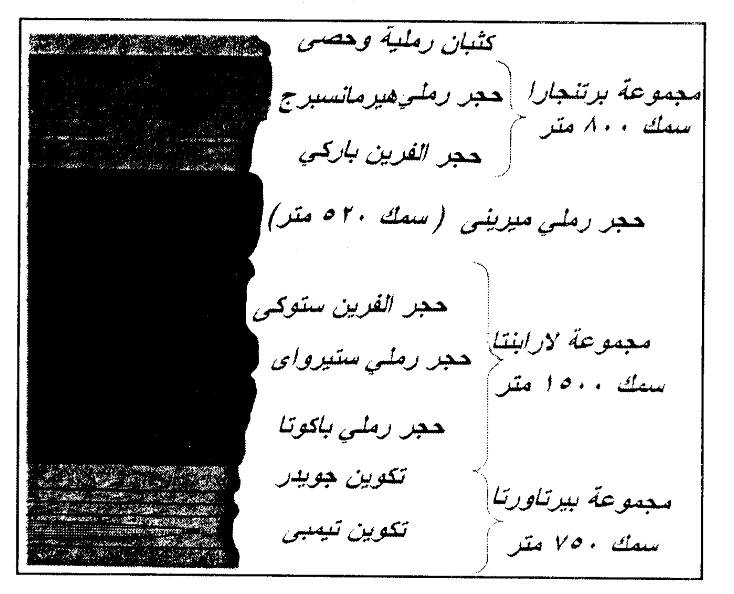
شكل (١٣) منظر من الفضاء على مدى ماكدونل، استراليا

BMRGG

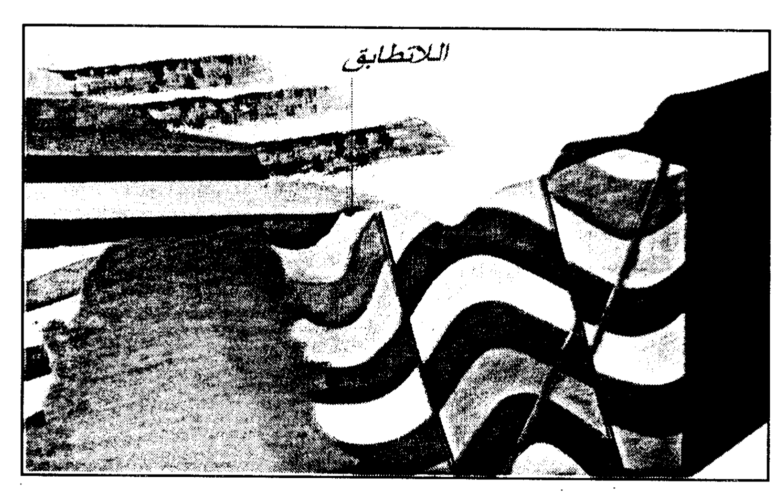


شكل (١٤) خريطة چيولوچية على مدى ماكدونل





شكل (١٥) متتابعات الطبقات فى ماكدونيل

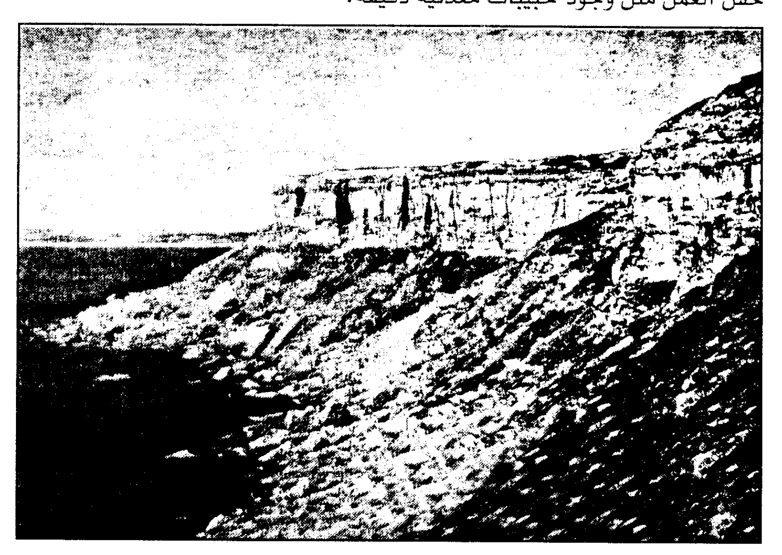


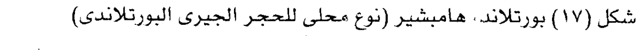
شكل (١٦) قصة طى وتداخل ونحر





ويطلق على الجــزئيــات الأســـاســيـــة للقطاع العـــمـــودى المحلى **تكوينات** .ويجب أن تحـدد هذه التكوينـات وتعطى اسـمـا . وقـد يكون التكوين نوعيات صخر مفردة، أو مجموعة من نوعيات صخور مميزه، وكلاهما يتواجد عبر القطر . ويمكن أن يسمى التكوين تبعا لاسم مساحة معينة يتواجد فيها بكثرة ملحوظة، وتصبح هذه المساحة **موقع النوع** للتكوين، ويبين(شكل ١٧) جزءا من موقع النوع لتكوين حجر الجير البورتلاندى للعصر الجوراسى فى بريطانيا . وتسمى الوحدات الأصغر التى يحتويها التكوين **الأعضاء والطبقات**، كما يطلق على الوحدات الأكبر **المجموعات**، وأيضا **المجموعات الكبرى**. وقد يكون هنـاك حدا فاصلا بين تكوينين حيث تتغيرنوعية الصخور تغيرا واضحا غيرمبهم، أو قد يكون التغير تدريجيا فى الصفات، وفى هذه الحالة يجب رسم فاصل إختيارى طبقا لموقع النوع. وفى المتتابعات السميكة والمطردة النسق يمكن أن يحدد التكوين ويعين باستخدام ملامح وتقاطيع قد تكون غير واضحة فى حقل العمل مثل وجود حبيبات معدنية دقيقة.





شكل (١٧) بورتلاند، هامبشير (نوع محلى للحجر الجيرى البورتلاندى)

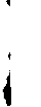
عند الإنتهاء من بناء التتابع المحلى يمكن وضع التكوينات على خريطة چيولوچية للقطر المحيط، وإذا لم يتواجد بروز صخرى مستمر للطبقة الصخرية فيجب حينئذ إجراء منفصل للتسمية أينما تظهر مرة أخرى على أبعاد ٥٠ أو ١٠٠ كيلومتر. وعندما نقتفى الأثر لأى مسافة فإن صفات التكوين عادة ماتتغير، ولهذا ينشأ العديد من المشاكل، فقد تظهر طبقات من الطين الصفحى فى الحجر الرملى، وقد يرقد الفحم ويختفى أثره، والحجر الطينى يصبح رملا. ومن الصعوبة أن نقرر أن التكوين قد تغير لدرجة أنه يحتاج إسما جديدا. وبصفة عامة فإن الوحدات الأكبر تستمر ظاهرة فى المساحات الكبيرة أكثر من الوحدات الاصغر.

هناك طريقة خاصة لتعيين الارتباط الصخرى؛ وهنا تضاهى وتقارن المتتابعات فى بئر ما، فالبرغم أنه يمكن فحص الصخور وتوافقها بواسطة دراسة العينات الصخرية سواء كانت قطعا صخرية أو جسات، إلا أنه يمكن الحصول على معلومات مفيدة جدا بقياس الخواص الچيوفيزيقية للصخر، ويتم ذلك بواسطة أجهزة تدلى فى البئر. ويعتبر قياس الإشعاع الراديوى والكهربية الأرضية من أهم الطرق المستخدمة؛ حيث يمكن أن ندلى بجهاز يقيس الإشعاع الطبيعى لطبقات الصخر، وجهاز آخر يطلق نيوترونات على الصخر ويقيس الإشعاع الناتج. كما تقاس المقاومة الكهربية باستخدام قطبين متقاربين فى البئر. وعليه يمكن تتبع التكوينات المختلفة.

ويطلق على جميع هذه الخطوات من التسمية والتقسيم والتبويب وتتبع أثر الصخور الرسوبية بـ **الليثوستراتجرافى**.

ويجب التنويه أن العديد من الوحدات الصخرية قد سميت قبل التعريف الدقيق الذى ذكر عاليه. فالأسماء طبقة، وتكوين، ومجموعات، وأقسام، قد استعملت فى الماضى بعدم تبصر، كما أن العديد من الوحدات سميت طفل، وحجر الطاحون، وأحجار، لم توصف توصيفا دقيقا، بالإضافة أيضا أن العديد من الأسماء الجغرافية التى سميت منذ وقت طويل مشيرة إلى المساحات التى كان يغلب فيها تواجد الوحدة الصخرية قد أصبحت الآن خالية منها.






بسم الله الرحمن الرحيم
﴿أو لم يروا كيف يبدئ الله الخلق ثم يعيده
إن ذلك على الله يسير (١٩)﴾
صدق الله العظيم
سورة العنكبوت- آية ١٩



كما أن الليثوستجرافى يربط بين طبقات الصخور فى المساحات المختلفة التى تنتمى لنفس التكوين أو الطبقة، كذلك هناك أيضا **الارتباط الزمنى أو الكرونوستراتجرافى** يربط بين طبقات الصخور فى المساحات المختلفة التى ترسبت فى نفس الزمن. وهى محاولة تفترض أن تكوين صخرمعين لابد وأن يكون فى نفس العمر أينما وجد؛ ولو انه غير ذلك غالبا، ففى (شكل ٦) إذا كان الساحل يتقدم نحو الرف البحرى فإن رمال الشاطىء (وحدة فى الليثوستجرافى) لابد أن تكون أحدث فى الشرق عنه فى الغرب. والوحدة الصخرية ذات الأعمار المختلفة فى الأماكن المختلفة يقال أنها **ثنائية زمنياً**. ومن النادر أن نستطيع تتبع آثارتكوين صخرى لأكثر من مئات قليلة من الكيلو مترات حتى ولو كان ذا عمر ثابت. والارتباط الزمنى يجب أن يكون على المستوى العالمى فى حالة التأريخ الچيولوچى للأرض تفصيليا. كما يمكن للإرتباط الزمنى أن يوضح ما إذا كانت طبقة صخرية فى نفس عمر، أو أحدث ، أو أقدم عمرا عن طبقة صخرية أخرى بعيدة عنها، ولكنه لايعطى دليلا للعمر الحقيقى للطبقة بالسنين..

واهم طريقة للارتباط الزمنى هو استخدام الحفريات وهومايعرف **بالبيوستراتجرافى**

لقد كان مهندس القنال وليام سميث (شكل ١٨) أول من استخدم الحفريات ليميز طبقات الصخور. وجد سميث أن كل وحدة صخرية حول «بات» تحتوى على نوعية مميزة من الحفريات تختلف عما فى فوقها أو فى تحتها (شكل١٩) من الطبقات ، واستخدم اكتشافه هذا لتتبع آثار الوحدات الصخرية عبر انجلترا. وفى عام ١٨١٥ قام بنشر أول خريطة چيولوچية ذات مقياس رسم

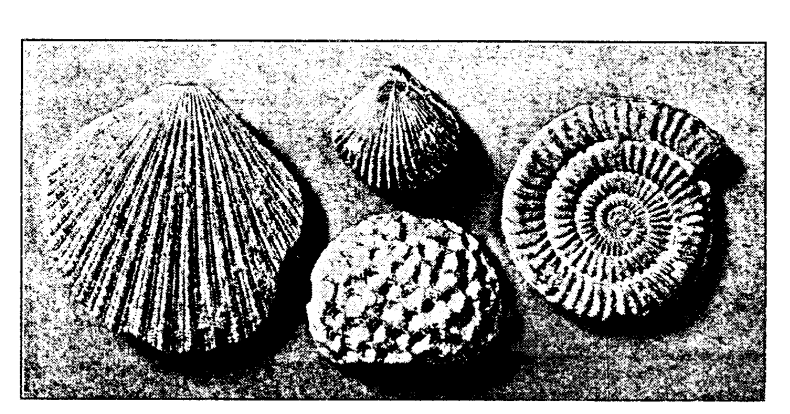




كبير لأى قطر فى العالم، وتحديد الطبقات لإنجلترا، وويلز، وجزء من اسكتلندا شكل٢٠)، ثم اتبع ذلك فى عام ١٨١٦ بأول جزء من الطبقات المميزة بحفريات مرتبة، وهو عمل أتم فيه تصوير حفريات نموذجية لكل وحدة صخرية عرفها على خلفية ملونة تلوينا مناسبا.



شكل (١٨) وليام سميث (١٧٦٩ - ١٨٣٩)



شكل (١٩) حفريات من الجوراسى جمعها سميث



ويحتفظ المتحف البريطانى فى لندن بالكتاب الذى يحتوى مجموعته الخاصة من الحفريات، ويشتمل على معظم عيناته النموذجية التى تم وصفها وتصويرها. ثم سار قدما السيد د. أورنجنى بعد سميث بخمسين عاما حيث عرف٢٧ مدة حياة للحفريات فى جزء واحد من العمود الچيولوچى . وكان يعتقد أن كل واحدة كانت تنقرض تماما عندما تخلق التالية؛ ممايمده بوسيلة منزّهة عن الخطأ للإرتباط الزمنى ، واستخدم حفريات مستقله عن الوحدات الصخرية، وبالرغم من خطأ أفكاره النظرية فقد ربط بنجاح وحدات صخرية على أبعاد كبيرة جدا.



٢٠ جزء من خريطة سميت لعام ١٨١٥ (مصغرة)

شكل (٢٠) جزء من خريطة سميت لعام ١٨١٥ (مصغرة)

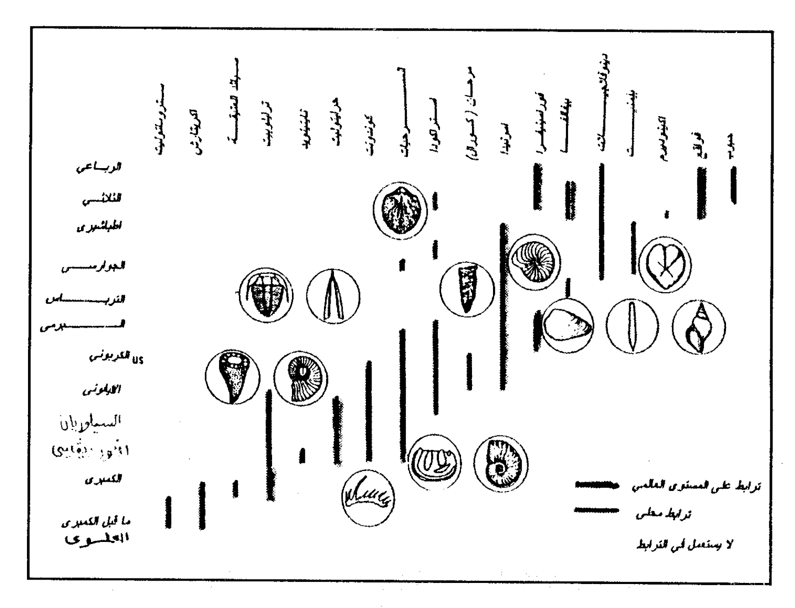


بتقبل نظرية النشوء لداروين، فى ستينات القرن الثامن عشر، حيث لم تعتبر الإرتباط المبنى على تتابع المخلوقات. هناك الآن فكرين يكوّنان قاعدة الربط باستخدام الحفريات: أولهما أن جميع أعضاء نوع ماتتطور، وتنتشر، مع بعضها على مستوى المدى الجغرافى الكلى، بحيث أن التغيرات التطويرية تحدث فى نفس الوقت، أينما تحدث، وثانيهما أن التطور عملية لاتكرر نفسها؛ بحيث إذا انتهت مدة حفرية فإنها سوف لاتظهر بعد ذلك أبدا. ولكى تكون الحفرية مفيدة فى الربط الزمنى لابد أن تكون منتشرة، وموزعة على مقياس كبير فى العديد من النوعيات الصخرية، وشائعة، ويسهل التعرف عليها، وأنها عضوا لذرّية جيدة التمييز، وسريعة التطور. ولاتوجد حفريات تكتمل فيهاكل هذه المتطلبات، ولكل منها مشكلاتها الخاصة بها. والأكثر فائدة مثل الجرابتوليت والأمونيت هى التى تتحرك بحرّية على سطح المياه، ولذلك فهى توجد فوق مساحات واسعة فى العديد من نوعيات الصخور. والأقل كفاءة مثل المرجان، والرخويات ذات المصراع الواحد، وذات المصراعين، هى التى تتطور ببطء، وقد كانت محاصرة فى مجالات بيئية ضيقة . ويبين (شكل ٢١) بعضا من الحفريات واسعة الإستعمال وتحتوى بعضا من الأشكال الميكروسكوبية الغير مألوفة، وكلها مهمة جدا فى الترابط الزمنى فى الآبار.

ووحدة الترابط الزمنى باستخدام الحفريات هى **النطاق**. وهى متتابعات الطبقات الصخرية التى تحتوى على حفرية معينة، أوتجمع حفريات تسمى بإسم واحدة منها يطلق عليها **الحفريات المرشدة**. وقد يعرف النطاق: بمدى نوع حفرية مفردة، أو باكتناف مدى نوعين، أو بوجود تجمع من أنواع مختلفة، أو بتوافر محلى لحفرية معينة، وهؤلاء الأربعة هم : **مدى النطاق، ومدى النطاق المتشارك، ومدى نطاق التجمع، أوج النطاق** على الترتيب. وتقسم معظم النطاقات إلى نطاقات ثانوية كل بحفريتها المرشدة، وعلى سبيل



المثال فقد ميز نطاق تجمع اكيوسيراس الجيوراسى السفلى، خلال بريطانيا وفرنسا وألمانيا واستراليا، على قاعدة الأمونيت. وقد حددت أربعة نطاقات ثانوية لهذا النطاق فى بريطانيا، بالرغم من عدم التعرف عليهم فى بقية القارة.



شكل (٢١) حفريات هامة فى الترابط الزمنى

أينما يتميز الحد بين نطاق والنطاق الذى يليه بتطور أحد الأنواع إلى نوع آخر، فهو حينئذ يمثل مستوى زمنى حقيقى. مثال ذلك فإن الحد بين النطاقين الثانويين لنطاق تجمع البلتراسكارابويدس فى الكامبرى العلوى المميز بتطور نوع من ترايلوبيت ستينوينج إلى نوع آخر، يقيد بنفس العمر أينما يوجد، سواء فى بريطانيا أو السويد أو فى شرق كندا. وعلى كل ؛ فإن حدود التطور، أمثال هذه المسلم بها، أقل شيوعا عن تلك المميزة بهجرة الأنواع إلى أومن المكان. على سبيل



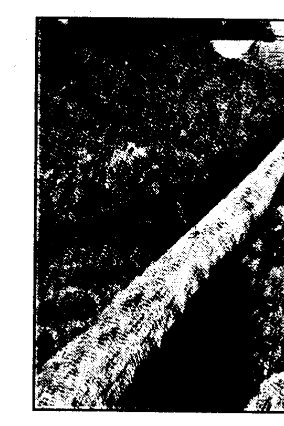
المثال، فقد تميزت قاعدة نطاق اليسيلوسيراس بلانوريس الجيوراسى السفلى بأول ظهور هذه الامونيت التى كانت تهاجر جهة شمال الشرق من الألب أثناء ترسب الطبقات. ولذلك فإن الحد لابد أن يكون أقدم فى الدبجن فى فرنسا عنه فى شمال غرب اسكتلندا على بعد ١٢٠٠ كيلو متر شمالا. وعلى كل، فمن دراسة هجرة الحيوانات الحية بينت أن هجرتها لمئات الكيلومترات تتم فى قرون قليلة، ومن ذلك يتضح أن النطاق الأقصر يمثل فترة زمنية تمتد لمئات الآف السنين، وقد يهمل مثل هذا الاختلاف فى العمر بأمان تام حيث أن هذه المدة تقع كلها ضمن نطاق واحد.

والقليل من الحفريات المستخدمة فى الترابط توجد بوفرة متساوية فى كل أنواع الصخور الرسوبية. وتماما مثلما أن الحيوانات الحديثة تعيش فقط فى مدى محدد من البيئات، كذلك معظم الحفريات توجد فقط فى الصخور ذات السحنات المحددة. فصخور النظام الديفونى تتضمن ثلاث سحنات أساسية فى أوربا، تتميز كل واحدة بمدد حياة حفرية ونظم نطاقية مختلفة . فنجد أن الحجر الرملى الأحمر القديم الراقد فى البحيرات وعند المصبات يحدد نطاقه بالحفريات السمكية، وسحنات الراين الراقدة فى المياه الرملية الضحلة يحدد نطاقها باستخدام البراكيوبودا (المسرحيات أو ذراعيات الأقدام) والمرجان، فى حين أن سحنات الهيركانيان الراقدة فى المياه الطينية العميقة فيتحدد نطاقها على أساس الأمونيد. وقد سمح اكتشاف تداخل الحجر الرملى الأحمر القديم مع صخور سحنات الراين فى شمال ديفون، وندرة أمونيد الهيركانيان فى الحجرالرملى، ببعض الترابط بين النظم الثلاث.



وحتى فى الصخور ذات السحنة الواحدة يوجد القليل من الحفريات المرشدة على المستوى العالمى كله، فتماما مثلما تتجمع الحيوانات والنباتات

الحديثة فى عدد من المقاطعات الحياتية الكبيرة الموزعة على أساس القارات الكبرى والمحيطات، كذلك توجد معظم الحفريات فى مساحات محددة. وقد كانت هناك فى الفترة من ١٥٠ إلى حوالى ١٠٠ مليون سنة مضت مقاطعتين فى بحار نصف الكرة الأرضية الشمالى، حيث كان المحيط البوريلى فى الشمال محاطا فى الأول باليابسة حيث تطورت الأمونيت والحيوانات البحرية الأخرى بطريقة مختلفة عن التطور فى المحيط المتوسط فى الجنوب. و بالرغم أن درجة الحرارة قد تكون لعبت جزءا ما إلا أن العزل الجغرافى هو القاطع. فقد وجدت الأمونيت النموذجية لمقاطعة المحيط المتوسط القديم فى جنوب الولايات المتحدة الأمريكية وحول البحر الأبيض المتوسط وفى التبت. كما وجدت أمونيت البوريلى ذات نفس العمر فى شمال أوربا وروسيا. وفيما بين هاتين المقاطعتين الكبيرتين توجد أمونيت جنوب بريطانيا وفرنسا. وتستخدم نظم نطاقية مختلفة فى هذه المقاطعات الثلاث، ومرة أخرى فإن الترابط يتوقف على تصادف تواجد عينات « خارج المكان » ويعطى (شكلى٢٢، ٢٣) مثالا للترابط الزمنى لصخور العصر الطباشيرى السفلى فى مقاطعة البوريلى حيث توجد أمونيت السوريت فى موقعين تفصل بينهما مسافة ٢٥٠٠ كيلومتر.



٢٣ طبقات ريازان ، جنوب شرقى موسكو، روسيا



٢٢ طبقات مينتلين، شمال رنكتن، نورفولك




بسم الله الرحمن الرحيم
﴿ ألم تر أن الله أنزل من السماء ماء فأخرجنا
به ثمرات مختلفا ألوانها ومن الجبال جدد
بيض وحمر مختلف ألوانها وغرابيب سود
(٢٧) ومن الناس والدواب والأنعام مختلف
ألوانه كذلك إنما يخشى الله من عباده العلماء
إن الله عزيز غفور (٢٨) ﴾
صدق الله العظيم
سورة فاطر- آية ٢٧-٢٨

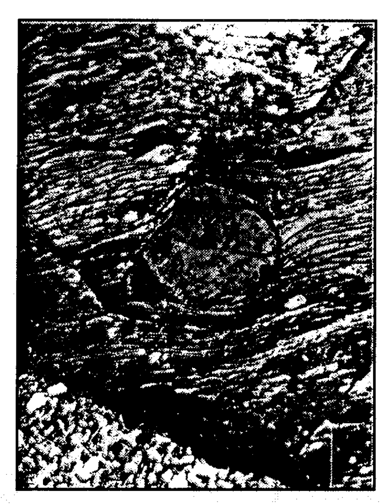


استخدام الصخور:

حقيقة أن الحفريات تعتبر أهم وسيلة للترابط الزمنى، ولكنهاليست الوحيدة، فهناك طرقا أخرى تساعد ليس فقط على تعزيز النتائج باستخدام الحفريات، بل تساعد أيضا على إيجاد الترابط الزمنى فى الطبقات التى لاتحتوى على حفريات. ويمكن أن تستخدم أى طبقة صخرية رقيقة يتضح أنها ذات نفس العمر خلال إمتدادها فى الترابط الزمنى، ويطلق على مثل هذه الطبقة **متزامنة العمر**.

وتعتبر طبقات الحمم البركانية أو الطين الصفحى البركانى متزامنة العمر، ويمكن أن تزودنا بترابط مفيد عندما تتداخل مع صخور رسوبية، وقد أقتفى أثر الطين الصفحى البركانى لمسافة ٥٠ كيلو متر فى « **ويومنج** » و« **مونتانا**» فى الولايات المتحدة الأمريكية وبرهنت على الترابط الزمنى لوحدة الطين الصفحى البركانى الطباشيرى. كذلك طبقات «الإيفابوريت» والمعادن المترسبة بتبخر مياه البحار- بالرغم من إختلافها البسيط فى العمر من حافة إلى وسط حوض التبخر- فهى علاقات زمنية مفيدة فى الرسوبيات التى لاتحتوى على حفريات. أيضا استخدمت الرواسب الثلجية لترابط طويل المدى فى ماقبل الكمبرى العلوى فى شمال غرب أوربا، حيث أن الرسوبيات المترسبة خلال ملايين سنين قليلة لزمن ثليجى تعتبر متزامنة العمر، عندما تقارن بمقياس وقت ماقبل الكمبرى. وقد أعتبرت طبقة « بورتسكايج » ببولدر - وهى رسوبيات حبيبات دقيقة تشتمل على صخور بالية بفعل الماء تقطرت بذوبان جبال جليدية - بأن لها متكافأت من الساحل الغربى لإيرلندا إلى شمال النرويج (شكل ٢٤).



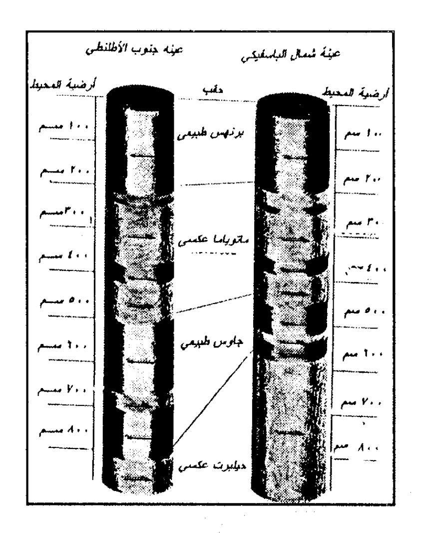


شكل (٢٤) طبقات صخور بالية بالماء، إيسلاى

والكثير من رسوبيات البليستوسين (العصر الحديث الأقرب) التى ترسبت بذوبان الثلج بينت أحزمة سنوية دقيقة. والتغيرات فى سمك هذه الأحزمة يساعد على إيجاد الترابط بين الصخور المكشوفة المختلفة، وقد بنى الترابط الزمنى الدقيق لمدة ١٠٠٠٠ سنة الأخيرة فى اسكتلندا وأمريكا بهذه الطريقة.

ويتم الترابط الزمنى فى أرضيات المحيطات من دراسة خواصها المغناطيسية القديمة؛ حيث يتم تغير إتجاه المجال المغناطيسى الأرضى كل مئات قليلة من آلاف السنين، بمعنى أن القطب الشمالى المغناطيسى يتحول إلى قطب جنوبى ، والقطب الجنوبى المغناطيسى يتحول إلى قطب شمالى . ويسجل هذا التحول فى رسوبيات أرضية المحيط فى المواد الجديدة التى تصعد منصهرة من باطن الأرض وتضاف إلى أرضية المحيط عند أخاديد وسط المحيط، والتى تزاح تدريجيا على جانبى الأخدود، مسجلة الإتجاه المغناطيسى عندما تبرد على أرضية المحيط. وبدراسة مغناطيسية هذه الرسوبيات تتيسر طريقة دقيقة للترابط الزمنى (شكل٢٥).





شكل (٢٥) الارتباط المغناطيسى بعينات محيطيه

المقياس الطباقى :

بعد أن تم تسمية الوحدات الصخرية، وبوبت فى مجموعات وتكوينات، وترابطت باستخدام الحفريات والطبقات الدالة، بقى أن تحدد أسماء التمييز تدل على عمر الطبقة الصخرية بدون الإلتفات إلى محتوياتها من الحفريات. وتستعمل مجموعة من أسماء التمييز تحدد عصورا من الزمن، ومجموعة تنتسب إليها تشير إلى الصخور التى ترسبت خلالها. وأصغر فترة زمنية هى الكرون التى يترسب خلالها النطاق الزمنى لصخر. والثنائيات الكبرى لأسماء التمييز هى عمر/طور، الحقبة/ السلسلة، العصر/ النظام. وطبقا لهذا فإننا نقول أن النظام الثلاثى لصخر قد ترسب خلال زمن العصر الثلاثى، وأن الطور الكارينى كان أثناء العمر الكارينى.



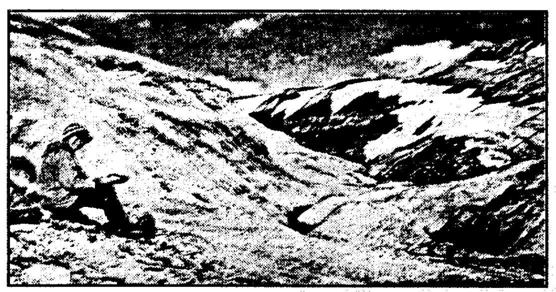
والنطاق الزمنى يحدد ويسمى فى صخور معينة، إما مكشوفة ، أو فى الآبار، ويصبح قطاعه النوعى. وقد يكون للطور قطاعه النوعى أو يميز فى أسماء التمييز للنطاقات الزمنية التى تكون خلالها. وللأطوار أسماء جغرافية. أماالنظم فليس لها قطاع نوعى، وأسماؤها غالبا أسماءقديمة أثرية تنتسب إلى المكان التى وصفت فيها لأول مرة، أو لنوعية صخرية مميزة، أو إلى بعض ملامح حياة حفرياتها.

وفى نطاق معرفتنا الحالية عن الطبقات الأرضية يمكن أن نميز فقط اثنى عشر نظاما على مستوى الكرة الأرضية. وكان الإتفاق قليلا منذ خمسين سنة بالنسبة لتسمية ووضع الحدود بينها، ولكن فى أيامنا الحالية لم يتبقى إلا القليل من الإلتباسات. أهم هذه الإلتباسات وضع الحدود بين النظام الكمبرى والأردفيسى، واستخدام النظام الكربونى المفرد فى أوربا كمقابل لنظم المسيسبى والبنسلفانى فى شمال أمريكا، وكذلك اختيار الإسم للنظام الحديث الأقرب: الرباعى أنتروبوجين أم البليستوسين.

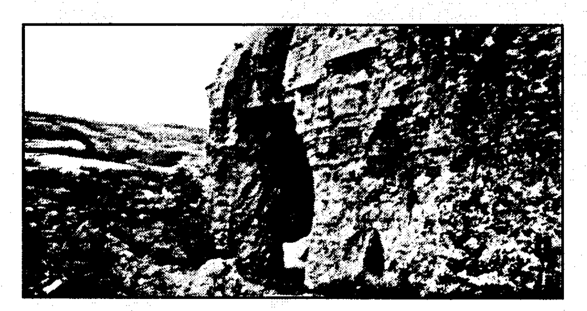
ويمكن التعرف على الأطوار عبر مساحات كبيرة جدا، ولكن مشكلة السحنات ومقاطعات الحياه أعاقت التعرف عليها على المستوى العالمى، فالسحنات البحرية والمياة العذبة فى الطور الديفونى لها أسماء أطوار مختلفة، مثل ما لتلك فى مقاطعات البوريلى والبحر المتوسط القديم الطباشيرى . ونظرا لتحسن الترابط خلال هذه السنوات فإنه يؤمل أن تستبدل أسماء التمييز المحلية بمعيار وحيد. على سبيل المثال فالطور السيليرى السفلى البريطانى كان قد سمى الطور الفالينتينى فى مياهها العميقة (سحنات جرابتوليت) والطور اللاند-وفيرى فى مياهها الضحلة (سحنات الحفريات الصدفيه) وهاتين السحنتين يمكن أن تترابطا الآن بوضع تفاصيل كافيه للإسم الأخير كى يطبق على كليهما.



والطور الذى تُتُبِّعت آثاره خـلال الكرة الأرضـيـة هو الطور الكالوفى للنظام الجوراسى، (والأشكال ٢٦، ٢٧، ٢٨) تبينّه فى ثلاثة أماكن منفصلة متباعدة جدا عن بعضها.



شكل (٢٦) حجر طينى، جامسون لاند، جرينلاند



شكل (٢٧) حجر جيرى ، فيرونا ، إيطاليا



شكل (٢٨) طين صفحى ، جبال الانديز، الارجنتين

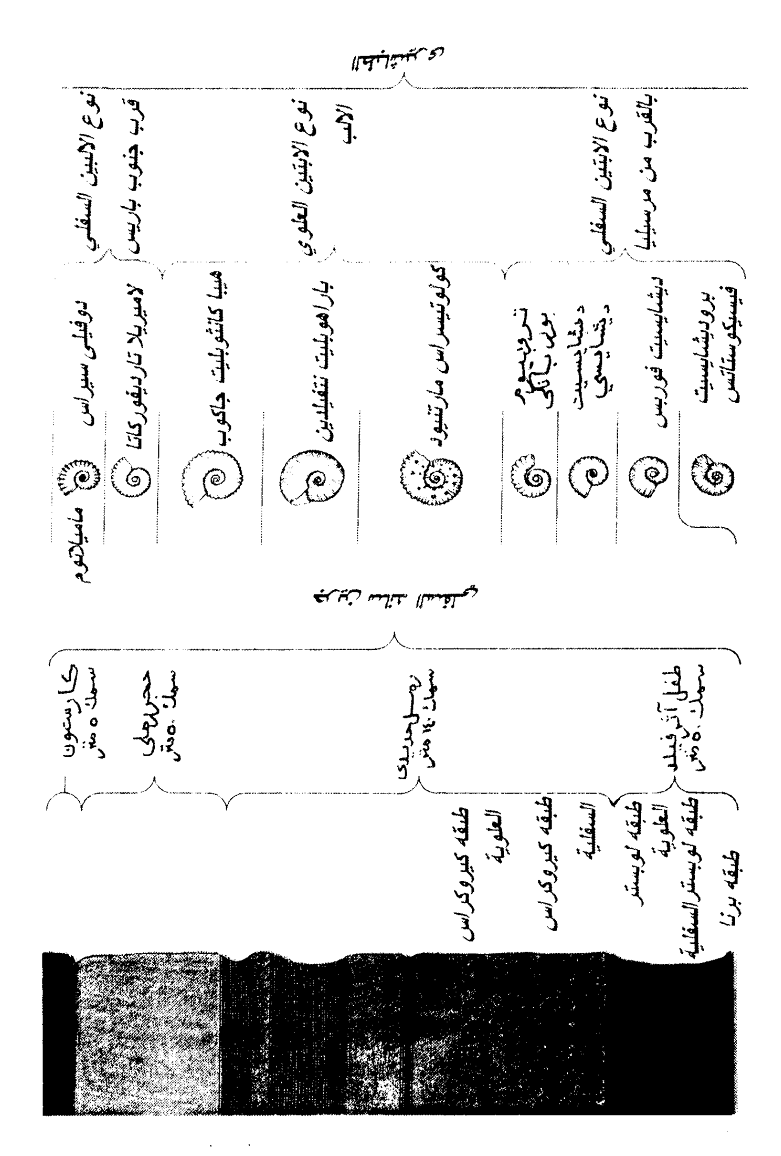


ولقد تمت محاولات قليلة لإستخدام النطاق الزمنى لترابط طويل المدى، وفى الحقيقة نادرا ماتوجد فى المقالات الجيولوچية، وعادة يتطابق النطاق الزمنى فى قطاعه النوعى مع نطاق الحفرية، ولذلك يمكن أن نتعرف عليه تلقائيا على امتداد مساحة ذلك النطاق، ويحتاج دارس الطبقات الأرضية لكل المهارات لإيجاد النطاق الزمنى فى حالة المتتابعات الخالية من الحفريات، أو تلك التى لها أنظمة مختلفة النطاق.

ويمكن أن نلخص الآن التقسيمات الثانوية للطبقات الأرضية التى سبق دراستها. **وحدات الطبقات اليابسة** (مجموعات وتكوينات وأعضاء وطباقيات) يتم تقسيمها على أساس نوعية الصخر، ويمكن أن يصوروا فى حقل الدراسة، وغالبا مايكونوا ثنائى التأريخ، وذات امتداد جغرافى صغير. أما **وحدات الطبقات الحيوية** (نطاقات يتم تقسيمها على أساس الحفريات)، وهم متزامنون، وذوى امتداد أوسع من معظم وحدات الطباقيات اليابسة، ولكن نادرا مايكون على المستوى العالمى. أما **وحدات صخور التوقيت** (نظام وسلسلة وطور ونطاق زمنى) يتم تقسيمها على أساس الترابط الزمنى من المقطع النوعى، وهم متزامنون، وعلى المستوى العالمى.

هناك كم هائل من الصعوبات لم تغلب بعد للوصول إلى تصنيف طبقى مقبول عالميا، ولو لجزء من العمود الچيولوچى منذ بداية الكمبرى. تلك الصعوبات تتفرع جزئيا من الملامح الملازمة فى تسجيل الصخر، وجزئيا من التردد فى الإقرار بعجز معايير وضعت. والمعيار الموضح عاليه هو واحد فقط من أعداد وضعت خلال المائة سنة الأخيرة، ولكل منها المعارضون والمؤيدون.

والمؤيدون لهذه المعايير قد أكدوا على أنها الأسس الممكنة الوحيدة للإتصالات بين العاملين فى أجزاء العالم المختلفة، والتى بدونها لايمكن أن يتم تجمع معلومات حقيقية، وهم يؤكدون أن الفائدة العامة لهذه المعايير أكثر أهميةمن القلق الحالى الذى يذهب مع أى تغيير فى التصنيف.



شكل (١٩) تصنيف وترابط الطبقات فى أثرفيد، أيسلى، همشير



أمـا المعارضـون لهـذا الإتجـاه نـحو توحـيـد تدابيـر نظامـيـة، وبالـرغم أنهم يشيـرون إلى أن تقييد العمود الطباقى بالرتب النظرية تعتبر مكسبا، إلا أن ذلك يكون على حساب التقارب اللصيق للحقيقة، وهم يؤكدون على أن الأسماء الحالية هى أسماء مركبة، وغالبا ماترتكز على نوعية الصخر، ومحتويات الحفريات، والزمن، وبذلك فإنها تزودنا بمعانى هامة، شاملة معلومات وتصنيف طبيعى للعمود الچيولوچى . وقد صرحوا أن التدابير النظامية ستكون ذات قيمة عند دراسة مساحة مجهولة، أو حتى عندما نتعامل مع طبقات تحتوى بدرجة طفيفة على حفريات. ولكن فى الأقسام التى تحتوى على حفريات بدرجات عالية قبل الجيوراسى، فى انجلترا ، هناك يبدو لهم قلة أهمية إقامة تقسيم جديد يرتكز على نوعية الصخر فقط الذى لايأخذ فى الحسبان الحفريات المميزة ووفرتها.









بسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
﴿ وَمِنكُم مُّؤْمِنٌ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ بَصِيرٌ (٢)
خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالأَرْضَ بِالْحَقِّ وَصَوَّرَكُمْ
فَأَحْسَنَ صُوَرَكُمْ وَإِلَيْهِ الْمَصِيرُ (٣) يَعْلَمُ مَا فِى
السَّمَوَاتِ وَالأَرْضِ وَيَعْلَمُ مَا تُسِرُّونَ وَمَا
تُعْلِنُونَ وَاللَّهُ عَلِيمٌ بِذَاتِ الصُّدُورِ (٤) ﴾
صَدَقَ اللَّهُ العَظِيمُ
سورة التغابن- آية ٢-٤



تاريخ الطبقات

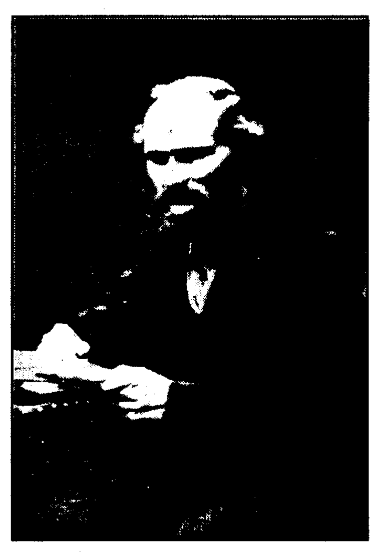
فى القرن السابع عشر استخرج ارخبيشوب أوسيشير من ملاحظة هامشية لأحد الكتب المقدسة أن الأرض قد خلقت فى ستة أيام سنة ٤٠٠٤ قبل الميلاد. وقد تقبل العديد من العلماء هذا التأريخ حتى القرن الثامن عشر، وكذلك من الجمهور حتى بداية القرن التاسع عشر، وحتى يومنا هذا فإن هناك بعض القلائل ممن يؤيدوه.

شاهد منتصف القرن التاسع عشر بداية المجادلة بين الچيولوچيين بقيادة شارلس ليبل الذى اعتقد أن الأرض لابد أن تبلغ من القدم قدما نهائيا لكى تفى بشرح الشواهد الموجودة، وبين الفيزيائيين بقيادة لورد كيلفن (شكل ٣٠) الذى قام بالحسابات، ووجد أن الوقت اللازم للكرة الأرضية لتبرد إلى حالتها الحالية من أصلها المنصهر يصل إلى حوالى مائة مليون سنة. ثم بدأ العديد من الچيولوچيين التفكير فى عمر الأرض إرتكازا على حساباتهم، بإستخدام مدى المعدل الحالى للنحر وتكوين الملح فى البحار، وتوصلوا إلى أن عمر الأرض لايختلف كثيرا عن ما أعلنه كيلفن، وفى ثمانينات القرن الثامن عشر أنقص كيلفن رقمه إلى مابين ٢٠ وأربعين مليون سنة . ولكن الچيولوچيين أحسوا بطريقة مؤكدة بأن القصة المعقدة للتغيرات الجغرافية والحياتية التى استخرجوها من دراسة الصخور لايمكن أن تتم فى مثل هذا الوقت القصير. ولكنهم لم يجدوا خللا فى الحسابات المعقدة التى قام بها معارضوهم.

وقد إنفض هذا الإلتباس بإكتشاف ظاهرة الاشعاع أو النشاط الراديوى. والنشاط الراديوى هو إنطلاق جزئيات وإشعاع من ذرات عناصر معينة، وقد أكتشف عام ١٨٩٦ بواسطة هنرى بيكوبرل. وفى عام ١٩٠٣ وُجد أن المواد الإشعاعية تطلق طاقة حرارية، وبذلك تحقق أن الكرة الأرضية ليست جسما







شكل (٣٠) لورد كيلفن (١٨٢٤ - ١٩٠٧)



شكل (٣١) أرثر هولمز (١٨٩٠ -١٩٦٥)



شكل (٣٢) مطياف للتأريخ بالنظائر



بسيطا يبرد، بل تتميز بوجود منابع حرارية داخلية، مما يقلل معدل برودتها، ولهذا صرح العلماء الفيزيقيين أن تقديراتهم السابقة لعمر الأرض قصيرة جدا، واستأنفوا دراساتهم باستخدام العناصر المشعة كساعات جيولوجية. وقد وجدوا أنه نظرا لأن هذه العناصر المشعة تطلق إشعاعات وجزيئات ؛ فإنها ستؤول فى النهاية إلى عناصر مستقرة تزداد أكثر وأكثر مع الزمن. ونظرا لأن المعدل الذى تتغير به المواد المشعة فى أيامنا الحالية يمكن قياسه؛ فإن نسبة تواجد العنصر المشع (الأبوين) إلى نسبة العنصر المستقر(الإبنة) تعطى عمر المعدن الذى يحتويها. وكان أول عمر تقديرى لمعدن الراديوم نشرعام ١٩٠٦ هو٢٠٠٠ مليون سنة، و ٤٠٠ مليون سنة كعمر للرصاص الخام. وكان آرثر هولمز (شكل ٣١) أكبر المؤيدين والمحابين لاستخدام هذه الطريقة للتأريخ، ونشر عام ١٩١٣ مرجعا فى هذا الموضوع بعنوان « **عمر الأرض** » . ولكن بقى العديد من الچيولوچيين على شكهم فى هذه الطريقة الجديدة، واستمروا فى العمل، للحصول على تقديرات، ارتكازا على الملوحية وعلى معدل العمليات الچيولوچية . وعلى كل حال ففى الثلاثينيات من القرن التاسع عشر هدأ المعارضون وأصبحت الطريقة الإشعاعية مقبولة بصفة عامة. وقد قُدر عمر الأقسام الكبرى للفانيروزيك بـ ٥٠٠ مليون سنة كتأريخ لبداية العصر الكمبرى.





تتميز العناصر المشعة بأن انويتها غيرمستقرة، وتستمر فى التحلل بإطلاق جزيئات وإشعاع راديوى إلى أن تصل إلى وضع أكثر استقرارا. وينطلق جزىء مركب كجزيئيات ألفا وإلكترونات لبيتا وأيضا بالإشعاع يعرف « أسر الكترونى». وعملية الاستقرار لاتتم دائما فى خطوة واحدة، فعلى سبيل المثال، يعانى اليورانيوم- ٢٣٨ العديد من التغيرات قبل أن يصل إلى العنصر المستقر وهو الرصاص-٢٠٦، ويشير الرقم إلى عدد الجزيئات فى النواة، ويطلق على تكوينات نفس العنصر ذات الأنوية التى لها أعداد مختلفة من الجزيئات نظائر العنصر، ومن ثم فلدينا أيضا **نظائر التاريخ** .

وتتحلل بعض النظائر بسرعة، عالية الإشعاع، فى حين أن البعض تتحلل ببطىء وتكون منخفضة الإشعاع. وليست هناك طريقة للتنبؤ بلحظة تحلل أية نواة، ولكن فى عينات المعادن المحتوية على بلايين الذرات فإن الوقت اللازم لتحلل أى نسبة مئوية من الأنوية الغير مستقرة هو وقت محدد جدا. ويعرف الزمن اللازم لتحلل نصف أنوية العنصر **نصف عمر الحياة**. وقد يكون نصف عمر الحياة للعنصر عالى الإشعاع جزءا من الثانية، بينماقد يصل إلى ملايين السنين لعناصر أخرى. ويبلغ نصف عمر الحياة للثوريوم - ٢٣١ زمنا قدره ٦و٢٥ ساعة، وعليه فإن نصف عينة نقية منه تتحلل فى هذا الزمن، كذلك فإن نصف الكمية المتبقية ستتحلل فى هذا الزمن، كذلك فإن نصف الكمية المتبقية ستتحلل فى الـ ٦و ٢٥ ساعة التالية، ويضعف النشاط الإشعاعى طوال الوقت، ولكن لايختفى كلية أبدا.

وقبل أن يتم تعيين أى عمر فلابد من قياس فترة نصف العمر للنظائر

المعنية بكل دقة فى معامل الطبيعة النووية المتخصصة، حيث تجهز عينات نقية، ويلتقط أقل مستويات النشاط الإشعاعى على أجهزة فائقة الحساسية، وكلما زادت دقة تعيين فترة نصف العمر تزيد تعيين دقة الأعمار. وعلى سبيل المثال كان الإلتباس فى فترة نصف عمر الرابيديوم ٨٧٠ حيث تراوحت من ٤٧٠٠٠ إلى ٥٢٥٠٠ مليون سنة، وتسبب هذا فى أخطاء وصلت إلى ١٠٪ فى الأعمار التى تم نشرها . وخطوة إبتدائية أخرى هى أن نعتبر أن التغير فى نسبة العنصر الأصلى ويطلق عليه الأبوين، إلى العنصر الناتج ويطلق عليه الابنة فى العينة ترجع كلية للتحلل بالنشاط الإشعاعى فقط. ولو كان العنصر « الإبنة » غازا ما، فقد ينتشر بعيدا، وحينئذ تعطى العينة عمرا صغيرا جدا، أما إذا كان العنصر « الإبنة موجودا فى العينة قبل بداية التحلل فلابد أن يُحدد ويؤخذ فى الحسبان فى الحسابات النهائية، وإلا فإن النتائج ستكون كبيرة جدا. والإلتباسات مثل الأخطاء فى تعيين نصف الحياة وفى تحليل البيانات توضح بعلامتى + و - ويكتب نصف العمر على سبيل المثال ٥٠٠ $\pm$١٥ مليون سنة.

وبمجرد أن يتم قياس فترة نصف الحياة ونسبة العنصر «الإبنة» إلى العنصر» «الأبوين» فإن عمر العينة المطلوب يوجد بالحسابات.



شكل (٣٣) سلسلة التحليل الإشعاعى الراديوى وتطبيقاته الچيولوچية

الأبوين وسيلة التحليل	النسبة المئوية للوالدين فى العنصر الطبيعى	نصف الحيــاة	الأبنة	التطبيق الچيولوچى
يورانيوم -٢٣٨ الفا - بيتا	٣ر٩٩	٤٥٠٠مليــون سنة	رصاص ٢٠٦٠	بورانيت وبيتشبلند فى خام اليورانيوم، حجر الياقوت ومونازيت فى الصخور الجرانيتية عمر أكثر من ٢٠ مليون سنة
يورانيوم -٢٣٥ الفا- بيتا	٧ر٠	٧١٣ مليون سنة	رصاص ٢٠٧٠	
ثورايوم - ٢٣٢ الفا- بيتا	١٠٠	١٣٩٠٠ مليون سنة	رصاص٢٠٨٠	بورانيت وبيتشبلند فى خام اليورينوم، حجر الياقوت ومونازيت فى الصخور الجرانيتية عمر أكثر من ٥٠ مليون سنة
بوتاسيوم- ٤٠ اسر الكترونى	٠١١٩ر٠	١٣٠٠ مليون سنة	أرجون - ٤٠ •	ميكاوبوتاسيوم فلدسبار وبيروكسين فى الصخور البركانية والجرانيتية، والجلوكونيت فى الحجر الرملى الجلوكونيتى، وكل الصخور البركانية عمر أكثر من ١٠٠٠٠٠سنة
روبيديوم -٨٧ بيتا	٢ر٢٧	٤٧٠٠٠ مليون سنة	ستراتشين - ٨٧	ميكاوبوتاسيوم فلدسبار فى الصخور الجرانيتية، والحلوكونيت فى الحجر الرملى الجلوكوانيتى، وكل الصخور النارية والرسوبيات والصخور المتحركة عمر أكثر من سنة
كربون - ١٤ بيتا	اقل من ١٠٠٠٠٠٠٠ر٠	٥٥٧٠ سنة	نيتروجين -١٤	حفريات خشبية والاصداف والعظام، والاوانى والأنسجة والفخار والرمال من المواقع الأثرية عمر مابين ٧٠٠٠٠ و١٠٠٠ سنة



التقنيات :

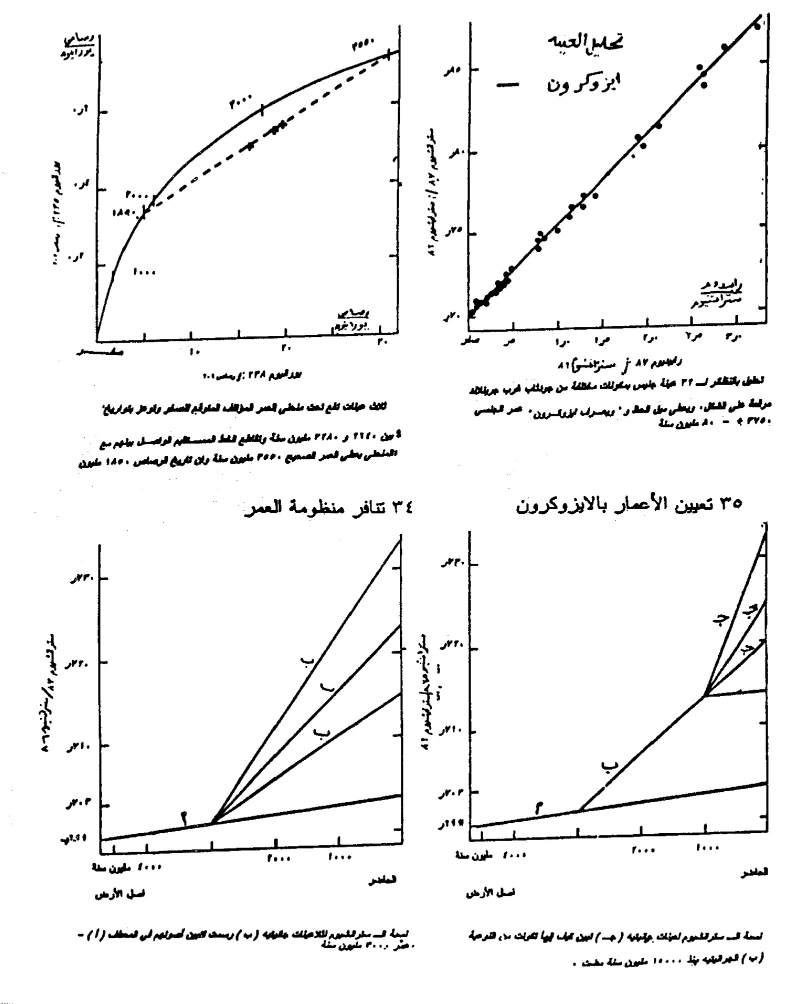
تستخدم الطرق الكيميائية لاستخراج العناصر المطلوبة من الصخر أو من العينة المعدنية. ثم يتم تحليل خليط المعادن بواسطة مطياف عالى الحساسية لقياس أى آثار للنظائر بدقة عالية. ولقد أدت طريقة إضافة محلول النظائر إلى الخليط المراد تحليله إلى تقليل الصعوبات لحد ما .

ونظرا للصعوبات الملازمة لطرق التأريخ الخاصة بكل طريقة، لذلك يتم إجراء طريقتين أو أكثر على كل عينة، فمثلا المعادن التى تحتوى على بوتاسيوم، مثل المايكا، يتم تأريخها بطريقة إيجاد نسبة البوتاسيوم إلى الأرجون، وحيث أن العينة تحتوى أيضا على آثار من الرابيديوم فإنها تختبر أيضا بطريقة إيجاد نسبة الرابيديوم إلى سترانشيوم. وإذا اتفقت نتائج الطرق المختلفة وأعطت نفس التأريخ فيقال أن العينة عينة متوافقة. أما إذا اختلفت الأعمار فيمكن استنتاج معلومات هامة عن التأريخ الچيولوچى للعينة.

وإحدى الطرق العامة لتقليل أخطاء التحليل لأقصى حد، ولاسيما فى طريقة إيجاد نسبة الرابيديوم إلى سترونشيوم، تتم باستخدام الصخور المتزامنة. وصخور القشرة الأرضية تحتوى على نظيرين لأسترنشيوم – ٨٧٠، ٨٦. ونظرا للبطء الشديد فى إنتاج سترونشيوم –٨٧ بتحلل رابيديوم –٨٧ فإن النسبة سترونشيوم–٨٧ إلى سترونشيوم –٨٦ قد زادت بخفة منذ تكوين الكرة الأرضية. والمعدل فى المعطف حاليا ٧٠٣ر٠ وقد كانت هذه النسبة ٦٩٩ر٠ منذ ٤٦٠٠ سنة مضت (شكل٣٦ الخط) . ولو تم تحليل اجزاء مختلفة من صخر ما عند زمن تكوينه فإن محتوياتها من الرابيديوم ستختلف أيضا، ولكن نسبة سترانشيوم – ٨٧ إلى سترانشيوم –٨٦ تبقى ثابتة. ولو رسمت هذه التحاليل برسم بيانى يربط بين نسبتى سترانشيوم – ٨٧ إلى سترانشيوم –٨٦، وبين رابيديوم –٨٧ إلى ستراتشيوم –٨٦، فإننا سنحصل على خط مستقيم أفقى. وبمرور الوقت يقل الرابيديوم فى العينة ويزداد سترانشيوم خلال التحلل بالنشاط الإشعاعى. ويحدث ذلك بسرعة فى العينات الغنية بالرابيديوم وعليه فإن التحاليل ستظهر خطا مستقيما مائلا المتزامن وكلما كان العمر كبيرا كان ميل الخط المستقيم أكبر (شكل ٣٥)



ويبين (شكل ٣٦) أن دراسة التغير فى نسبة سترانشيوم -٨٧ إلى سترانشيوم -٨٦ نعطى الدليل ليس فقط للعمر ، بل ولمكان أصل الصخر.





شكل (٣٦) نسبة الـ سترانشيوم تظهر تاريخ ومكان أصل الأجسام الجرانيتية

تطبيقات :

يعتبر إستخدام طرق التركيب الطبقى ذات فائدة بسيطة فى التصنيف والترابط الزمنى لما قبل الكمبرى، ذلك لأن الحفريات القليلة التى وجدت تعتبر ذات قيمة استراتيجرافية قليلة، أو ربمامنعدمة، كذلك هناك طريقة ميسرة لترابط صخور ماقبل الكمبرى فى أجزاء العالم المختلفة، أو وضع نظام تطبيقى لتصنيفها. بالإضافة إلى أن التخريط الليثولوجى لم يعطنا معلومات أكثر من ربط الرتب المحلية بالصخور المتحولة الكبيرة وتكوينات الرسوبيات الخالية من الحفريات. أما التأريخ بالنظائر فلم يكشف فقط عن الإمتداد الكبيرلزمن ماقبل الكمبرى؛ بل أيضا وضح أن الصخور فى مساحات ا لدروع الواسعة فى أفريقيا وأسيا وكندا قد تأثرت بالعديد من العمليات الإستطرادية لبناء الجبال، والتى تميزت كل منهابتداخل صخور متحولة ونارية واسعة الإنتشار. على سبيل المثال فقط أكتشف فى دروع كندا الصخرية العديد من الصخور لها أعمار حوالى ٢٥٠٠، ١٨٠٠، ١٠٠٠ مليون سنة. كما وجدت أعمار مشابهة فى العديد من أجزاء العالم، وإتخذت كفواصل للتقسيمات الزمنية الكبرى فيما قبل الكمبرى.

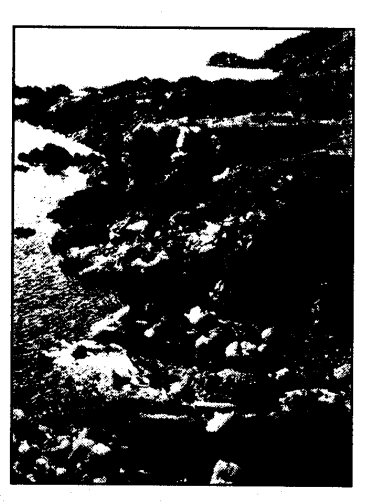
ومن التطبيقات الهامة الأخرى للتأريخ باستخدام النظائر هو تأريخ أقسام العمود الإستراتجرافى للفانيروزيك (بعد ماقبل الكمبرى). والرسوبيات الوحيدة التى يمكن أن تؤرخ مباشرة هى تلك التى تتكون فيها المعادن المشعة أثناء تشكيل الطبقة الرسوبية، مثل طفل الأليت الغير شائع والحجر الرملى الجلوكونيتى. أما الرسوبيات الأخرى تعطى فقط عمر الصخر الأبوين الذى تناسلت منه حبيبات المعادن التى كونت هذه الرسوبيات. وأينما تتداخل طبقات حمم أو رماد بركانى مع طبقات رسوبية معلومة العمر الإستراتيجرافى (شكل ٣٥)، حينئذ يمكن أن يعطى تاريخا لهذه الأقسام الاستراتيجرافية، وعندما يتداخل صخر نارى فى وحدة رسوبية ويغطى بأخرى، فيمكن إعطاء تاريخ الرسوبيات من الصخر النارى



بالاستدلال. وندرة الحالات، بالإضافة إلى أخطاء التحليل فى تعيين العمر، يعنى أن استخدام النظائر لتعيين الأعمار لاينافس أويحل محل الحفريات كأهم وسيلة لترابط الفانيروزيك. وقد تم تقدم ملموس فى التأريخ حتى مستوى الأطوار.

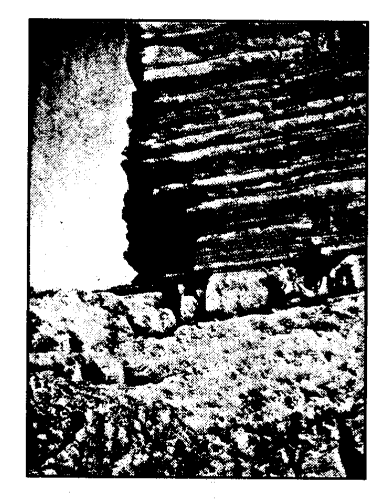
وقد يسَّر استخدام كربون - ١٤ تأريخ الأحداث الجيولوجية خلال الـ ٥٠٠٠٠ سنة الأخيرة، وبالرغم من الإهتمام البالغ من كلا الجيولوجيين والمؤرخين، إلا أن هذه الفترة الزمنية تعتبر قصيرة جدا لإيجاد الترابط الزمنى باستخدام الحفريات. وحيث أن كربون - ١٤ يتولد طوال الوقت من نيتروجين - ١٤، بتصادم الأشعة الكونية فى طبقات الجو العليا، ويتم خلطه، لذلك نجد أن نسبه ضئيلة فقط من كل الكربون الكائن فى الجو تكون نشطة إشعاعيا. وعندما تمتص النباتات والحيوانات الكربون من الجو، ويندمج مع الألياف الخشبية أو العظام، فإن النسبة تقل باستمرار نظرا لانحلال الكربون المشع إلى كربون-١٤ المستقر. ويمكن أن يحسب العمر لو تم قياس الانبعاث الضعيف جدا لجزئيات بيتا، بإستخدام عدادات القياس مثل عداد جيجر، ويجب التخلص من الإشعاع الطبيعى من الجو بكل عناية قبل عمل القياسات المطلوبة. ويمكن تأريخ الخشب والطبقات النباتية، والأصداف، والعظام، والجلود، والأنسجة، وبهذه الطريقة (شكل٣٩)، ومن اللازم إضافة تصحيحات لجميع نتائج التأريخ بالكربون، حيث أنه من المعلوم الآن أن كمية كربون -١٤ ليست ثابتة فى الجو بل تتغيرخلال القرون.





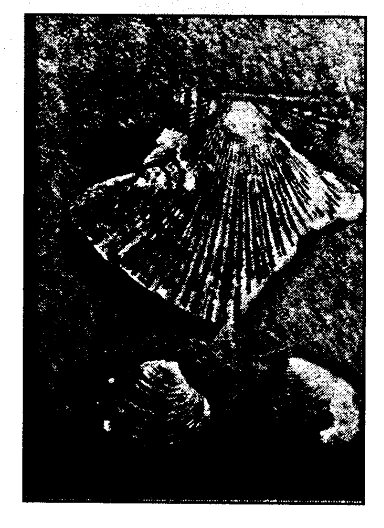
شكل (٢٧) امتداد أرضى لما قبل الكمبرى،

سكوربى، السويد



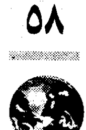
شكل (٢٨) حمم أسفل حجر رملى ديفونى ،

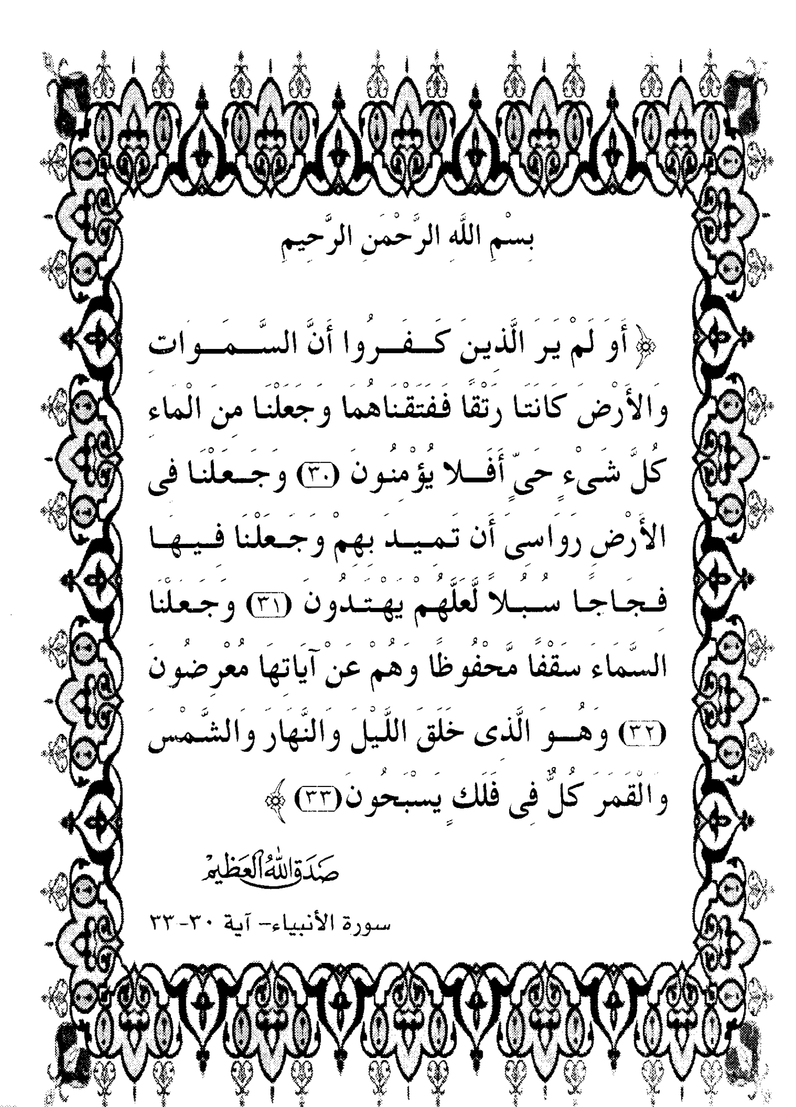
هوى ، أوركنى



شكل (٣٨) أصداف مؤرخة من جنوب

شيان، أرجيلشير





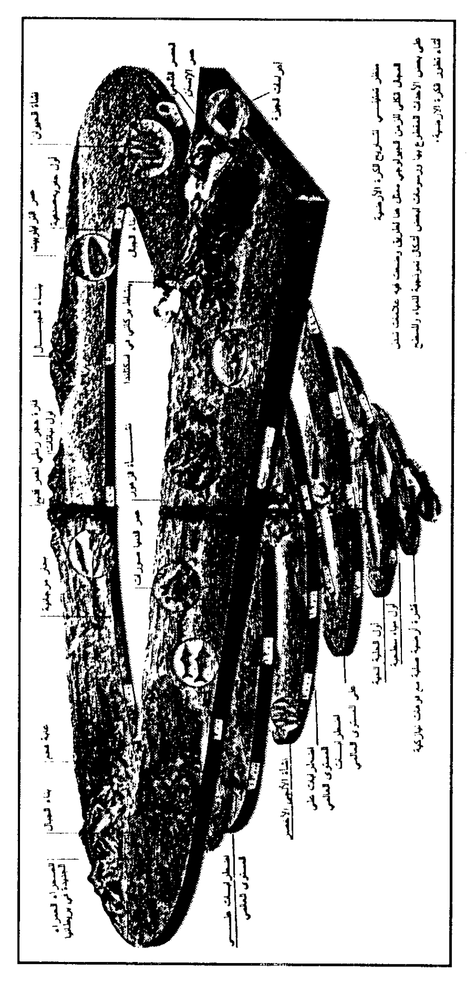
بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ أو لم ير الذين كفروا أن السموات والأرض كانتا رتقا ففتقناهما وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون (٣٠) وجعلنا في الأرض رواسي أن تميد بهم وجعلنا فيها فجاجا سبلا لعلهم يهتدون (٣١) وجعلنا السماء سقفا محفوظا وهم عن آياتها معرضون (٣٢) وهو الذي خلق الليل والنهار والشمس والقمر كل في فلك يسبحون (٣٣) ﴾

صدق الله العظيم

سورة الأنبياء- آية ٣٠-٣٣





منظر تمثيلى لتاريخ الكرة الأرضية

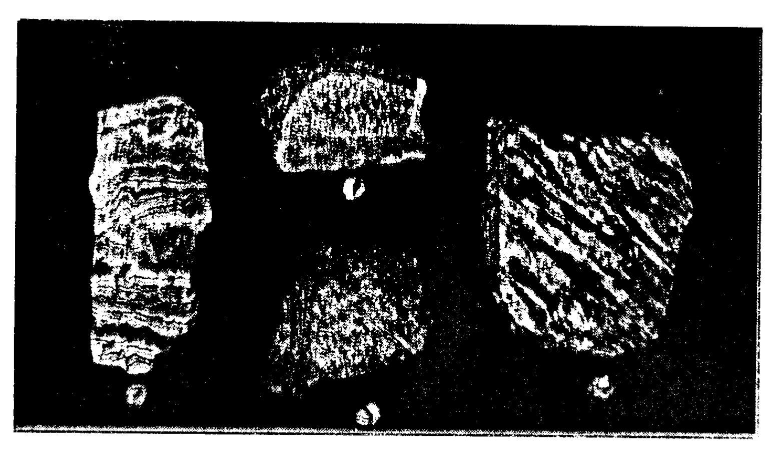
المجال الكلى للزمن الجيولوچى ممثل هنا لطريق وضعت فيه علامات تدل على بعض الأحداث المقطوع بها ورسومات لبعض أشكال نموذجية للمياه وللسطح أثناء تطور الكرة الأرضية .



كم يبلغ عمر الأرض ؟

تتواجد الصخور التى يبلغ عمرها ٢٨٠٠ مليون سنة شائعة فى الدروع التى تنتسب إلى ماقبل الكمبرى. أما الصخور التى يرجع عمرها إلى ٣٥٠٠ مليون سنة أو أكثر توجد فقط فى أماكن قليلة. ومن أمثلة هذه الصخور العتيقة فورتن جينيس فى مينوسيتا بالولايات المتحدة الأمريكية، وصخور فوق القاعدية فى جبال بارير فى السويد، ومجموعة واراوونافى غرب استراليا، والجنيس فى غرب جرينلاند والقطب الجنوبى. وعموما فإن أكبر الصخور عمرا فى العالم هو حصى الرماد البركانى من كنجلمرات (طبقات من الحصى والرمل المتماسكة) توجد بالقرب من أسيا غرب جرينلاند ، والتى بينت نسبة اليورانيوم إلى البوتاسيوم فيها أن عمرها ٣٨٢٤ ± ١٢ مليون سنة (شكل - ٤٠ أ) ، كما وجدت صخور أخرى (امسنك جينس) ذات عمر قريب من ذلك فى نفس المساحة (شكل ٤٠ ب)، وشريط تكوينات حديدية (شكل ٤٠ ج). وأيضا يوضح (شكل ٤٠ د) صخورا قديمة فى القطب الجنوبى. وتبرهن هذه الصخور أن الكرة الأرضية كانت لها قشرة أرضية منذ ٢٨٥٠ مليون سنة على الأقل.

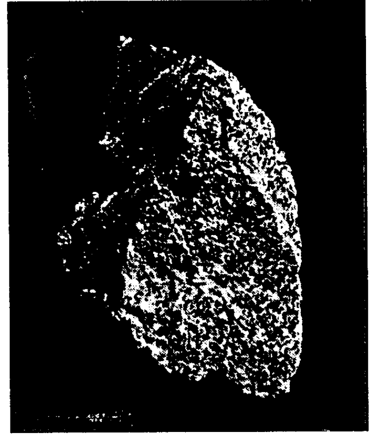
كذلك قدر عمر النيازك (شكل ٤١) باستخدام طرق نسبة اليورانيوم إلى البوتاسيوم، وباستخدام نسبة الرابيديوم إلى السترانشيوم بأنه ٤٦٠٠ مليون سنة.



شكل (٤٠) اقدم الصخور على الكرة الأرضية







شكل (٤١) حجر نيازك ، بارول ، انجلترا



شكل (٤٢) صخرة من القمر: بازلت فوق أنورثوسيت

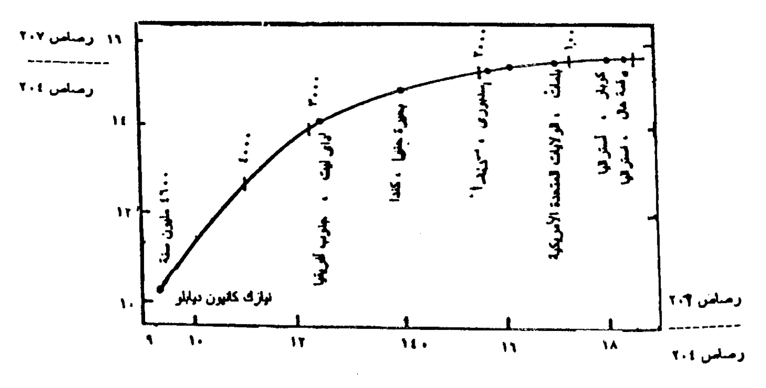
ومن المعتقد أن أصل هذه النيازك يقع فى حزام الكويكبات بين مدارى كوكبى المريخ والمشترى ، وأنها كسرات إحدى الكويكبات التى اضمحلت منذ زمن قديم. وقد أوحى تشابه مدارات الكواكب (ومنها الأرض) بأن لجميع مكونات المجموعة الشمسية أصل واحد، وعليه فمن المحتمل لحد كبير أن للأرض وللمجموعة الشمسية نفس الأعمار، وأنها تكونت منذ ٤٦٠٠ مليون سنة. وبالنسبة للقمر فقد اتضح أن أقدم الصخور التى اكتشفت حتى الآن وهى خشنة وبلورية، تختلف عن الحمم البازلتية الأقل منها عمرا (شكل ٤٢)، ويحتمل أن يكونوا جزءا من قشرة القمر الأصلية، وقدر عمرها أيضا ٤٦٠٠ مليون سنة، ونظرا لتواجد أسباب عديدة توحى بأن الأرض والقمر قد تكونا سويا، فهذه أيضا شواهد غير مباشرة تجعلنا نعتقد أن للأرض نفس العمر ٤٦٠٠ مليون سنة. وتأتى الشواهد المباشرة لعمر الأرض من تغير نسب نظائر الرصاص مع الزمن. وتتولد باطراد نظائر الرصاص ٢٠٦، ٢٠٧ بتحلل اليورانيوم، ونسبة تراكمهما مقارنة بالرصاص - ٢٠٤ فى تزايد مستمر. أى أن تكون كتل خام





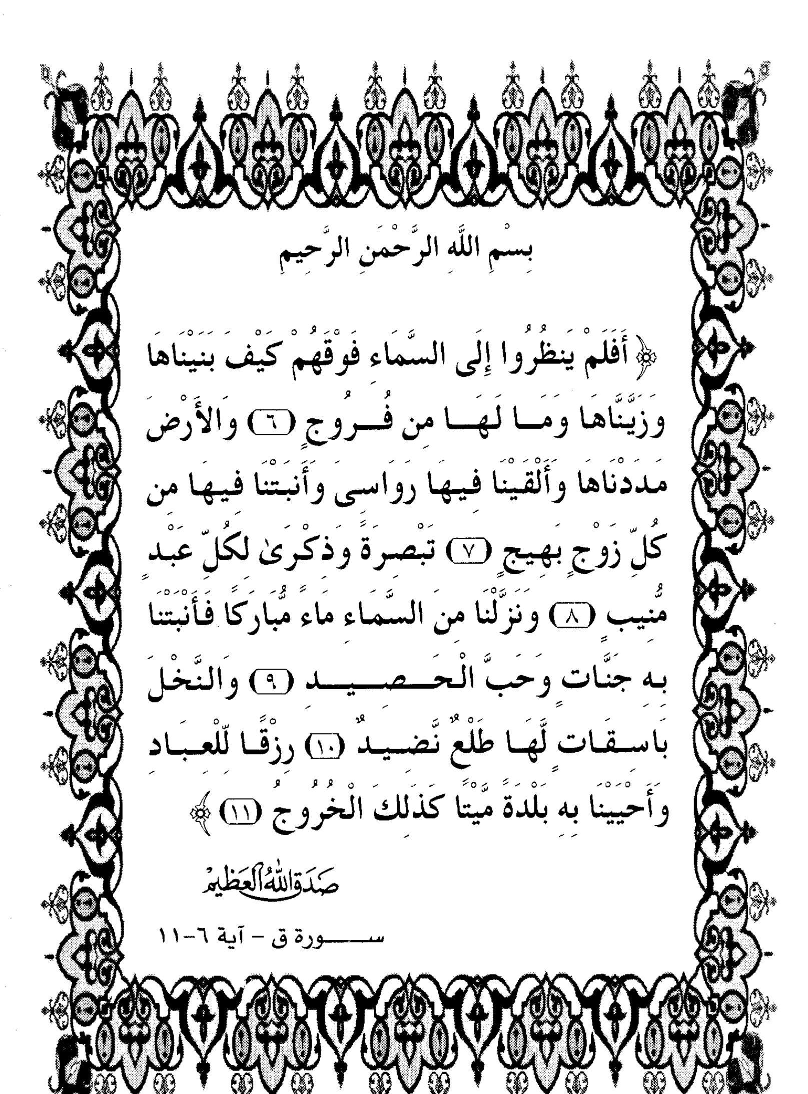
الرصـــاص فـى الأزمنة المخــتلفــة فى الماضى جــاءت من تولد الرصـــاص مـن اليـورانيـوم، وتتـجـمـد النظائر المتكونة. ويمكن رسم خط بيانى لنسب نظائرهم الرصــاصـيــة مع الزمـن (شكل ٤٣)، وإذا مــد المنحنى إلى الـزمن الماضى فـإن متـوسط تكوينات نظائر الرصاص فـى النيـازك الحديـدية تصل إلى ٤٦٠٠ مليـون سنة ، ممايؤيد أيضـا أن الأرض والأجسام النيـازكيـة لهم اصل مشتـرك عند هذا التـاريخ. هذا الدليل ودلائل أخرى كثيـرة تبين أنه منذ حوالى ٤٦٠٠ مليون سنة تكثفت سـحابة هائلة ضـخـمـة على شكل قـرص مكونة من الغـاز والتـراب الكونى حيث تكونت المجموعة الشمسية ومنها الأرض كأحد أفرادها.

ونظرة أعمق فى الزمن فإننا نستطيع أن نتكهن عمر مجرتنا بما تحويه من مئات آلاف مـلايين النجـوم. ويظهـر أن معظم النـجـوم لهـا دورة حيـاة ذات حـجـم ولمعـان ثابتـين، ويتبـع ذلك زيادة سـريعـة فـى الحـجم مع نقـصـان فـى اللـمعـان، ثم تنتـهى إلى قـزم أبيض، وأشـارت الحـسـابات التى شـملت اللمـعـان والكتلة لأقـدم النجوم المرئية (النجـوم الغير مرئية بالعين أكثربكثير جدا جدا من المرئية بالعين المجردة) بان عمـرها حوالى ١١ ألف مليون سنة، ويحتمل أن يكون هذا هو الحد الأدنى لعمر المجره.



٤٣ نسبة الرصاص وعمر الكرة الأرضية





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ أَفَلَمْ ينظُرُوا إِلَى السَّمَاءِ فَوْقَهُمْ كَيْفَ بَنَيْنَاهَا وَزَيَّنَّاهَا وَمَا لَهَا مِن فُرُوجٍ ۝٦ وَالأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ ۝٧ تَبْصِرَةً وَذِكْرَىٰ لِكُلِّ عَبْدٍ مُّنِيبٍ ۝٨ وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُّبَارَكًا فَأَنبَتْنَا بِهِ جَنَّاتٍ وَحَبَّ الْحَصِيدِ ۝٩ وَالنَّخْلَ بَاسِقَاتٍ لَّهَا طَلْعٌ نَّضِيدٌ ۝١٠ رِزْقًا لِّلْعِبَادِ وَأَحْيَيْنَا بِهِ بَلْدَةً مَّيْتًا كَذَلِكَ الْخُرُوجُ ۝١١ ﴾

صَدَقَ اللَّهُ العَظِيمُ

سورة ق - آية ٦-١١



الأرض العتيقة الأولية :

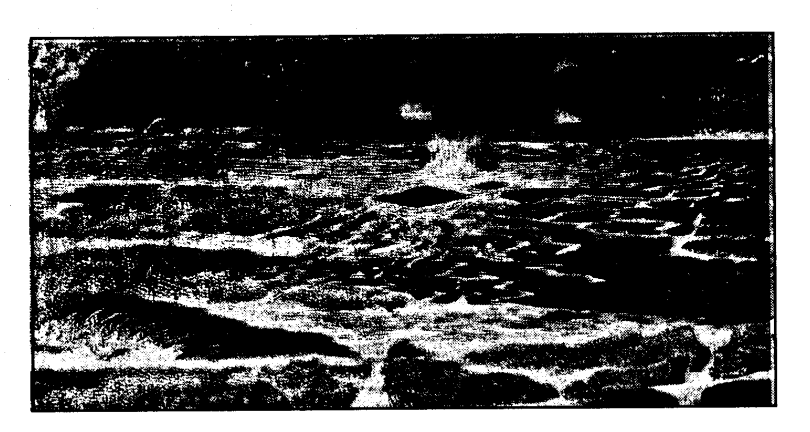
نشأت المجموعة الشمسية من تكثف جزء من السحابة المهولة المكونة من التراب الكونى والغازات. وفى البداية تكونت الكرة الأرضية المنصهرة، محاطة بغلاف جوى كونى سميك وكثيف مكون من الغازات الكونية. وفى المراحل المبكرة جدا نزع هذا الغلاف الذى كان مكونا فى الأساس من ثانى أوكسيد الكربون وأول أوكسيد الكربون، تاركا الكرة الأرضية عارية دون حماية ضد الشهب والنيازك. وقد كانت بعض النيازك ضخمة حتى عندما وصلت إلى الأرض المنصهرة وغاصت فيها. وفى أثناء برودة الكرة الأرضية ببطء، بدأت المعادن فى التبلور، وغاصت كريات الحديد لكبر كثافتها إلى المركز حيث يكون قلب الأرض، أما الصخور القاعدية الأقل كثافة، مثل الجابرو والانورثوسيت (صخور الفلدسبار)، بدأت فى تكوين القشرة على السطح. وبينما الصخور المنصهرة آخذة فى التصلب؛ أخذت الغازات، المشتملة على بخار الماء وثانى أوكسد الكربون والنتيروجين، تتصاعد مكونة الغلاف الجوى الجديد حول الأرض. ثم تكثف بخار الماء وتساقط كأمطار مما سبب عمليات النحت ثم الترسب. كانت هذه هى المرحلة التى تحور أثناءها أميتسوك جنيس منذ ٣٧٥٠ مليون سنة.

ونمت الطوفانات الصغيرة من القشرة الجرانيتية ذات الكثافة المنخفضة كصخور قاعدية ، ثم تكرر تشرخها، وإعادة انصهارها عدة مرات. وعملت تيارات الحمل فى المعطف البلاستيكى على تحرك هذه الطوفانات على الكرة الأرضية. وفى بعض الأحيان تصادمت هذه الطوفانات القارية والتحمت مع بعضها البعض. كذلك تجمعت كميات هائلة من الماء – المحيطات الأولى – فى المساحات المنخفضة بين القارات. ثم نشأت وتطورت الخلايا الأولية الحية فى البحيرات



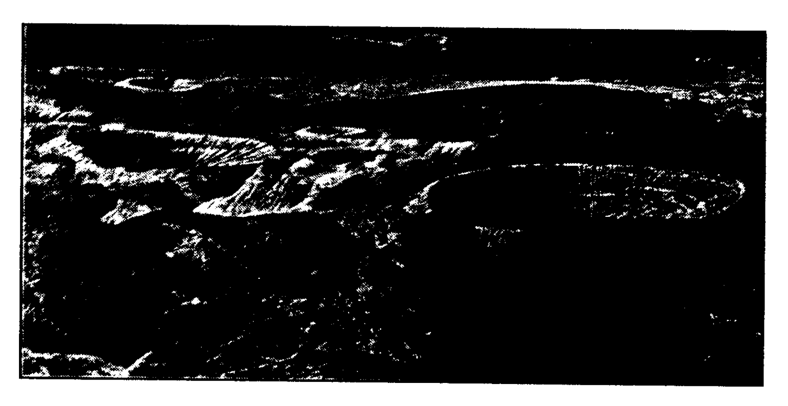
البركانية الدافئة فى المراحل المبكرة جدا. ومنذ ٢٠٠٠ مليون سنة تطورت الخلايا النباتية القادرة على عملية التمثيل الضوئى، وبدأت تضيف الأوكسجين إلى الغلاف الجوى. وهكذا ترسخت كل المكونات العظمى للكرة الأرضية منذ ذلك الحين.

(والأشكال ٤٤، ٤٥، ٤٦) من رسومات فى المتحف الچيولوچى فى لندن تبين تصورا لأحد الفنانين للسطح المنصهر للكرة الأرضية بينمابدأت الصخور الصلبة الأولى فى التكون، ثم القشرة الأرضية الصلبة، موضحا بهافوهة وبحيرة منصهرة نتيجة اختراق نيازك للقشرة الأرضية الرقيقة، وفى الشكل الأخير منظرا لمحيط مبكر.



شكل (٤٤) تخيل للسطح النصف مصهور للكرة الأرضية منذ ٤٥٠٠ مليون سنة





شكل (٤٥) تخيل القشرة الأرضية الصلبة مع فوهات نيازكية منذ ٤٠٠٠ مليون سنة



شكل (٤٦) محيط مبكر منذ ٣٨٠٠ مليون نسمة





بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ والسماء بنيناها بأيد وإنا لموسعون (٤٧) والأرض فرشناها فنعم الماهدون (٤٨) ومن كل شيء خلقنا زوجين لعلكم تذكرون (٤٩) ففروا إلى الله إني لكم منه نذير مبين (٥٠) ولا تجعلوا مع الله إلها آخر إني لكم منه نذير مبين (٥١) ﴾

صدق الله العظيم

سورة الذاريات - آية ٤٧-٥١



منظومة عمر الكرة الأرضية:

عند التخريط على مستوى واسع، فإن صخور القارات وأرضية المحيطات توضح منظومة الأعمار وتعطى الشواهد لأصولها.

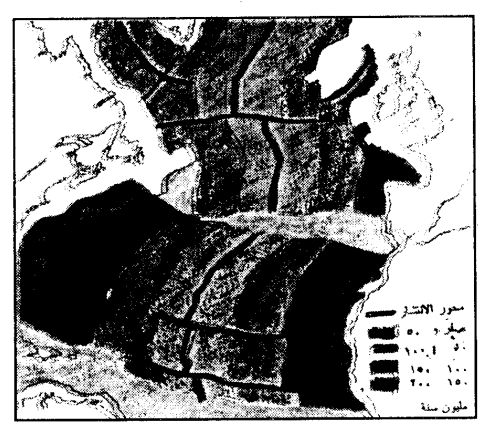
ويرى أن القارات تتكون من مراكز قديمة أو « قلوب » محاطة بصقع متتابعة أحدث عمرا، بما يشبه حلقات مقطع أفقى فى شجرة، والصقع الخارجية قد تكون سلسلة جبلية مازالت فى طور التكوين. وتتضح هذه المنظومة عمليا فى أفريقيا وآسيا وأمريكا الجنوبية. ولكنه ليس من المؤكد إذا ما كانت هذه الصقع الأحدث صعدت من المعطف فى أزمنة أحدث، أم أن لها نفس عمر القلوب المركزية، وأنه قد تم إعادة بنائها أثناء تصادم القارات. ويمكن دراسة إتصال صقيعين فى شمال غرب اسكتلندا، كما يمكن تتبع التراكيب أمثال الجدات (سدود عمودية) البازلتية من الأقدم إلى الأحدث؛ حيث أنها تتشوه باطراد ثم تطمس فى النهاية. وهذا مما يوعز بعمليات إعادة البناء. ولكن على الجانب الآخر فإن تطبيق طريقة إيجاد نسبة السترانشيوم إلى نوك جنيس فى غرب جرينلاند يوضح أنها ليست امتدادا لإعادة بناء امبتسوك جنيس القريب ٣٧٥٠ مليون سنة، بل صعدت من المعطف فى زمن لاحق. ومن المرجح أن القارات قد نمت خلال أزمنة چيولوچية، ولكن بسرعة كبرى فى الأزمنة المبكرة جدا. ويرى أن أكثر من نصف حجم القشرة الأرضية الحالية موجودة منذ ٢٥٠٠ مليون سنة، ومنذ ذلك الحين؛ فإن معظم نمو القارات يحتمل انه تم على امتداد حواف الصفائح التكتونية في المناطق المغلوب عليها.

أما منظومات العمر للقشرة الأرضية تحت المحيطات أبسط بكثير من منظومات العمر للقشرة الأرضية تحت القارات. وقد تبين بالقياسات أن البازلت الموجود أسفل طبقات الرسوبيات الناعمة الذى يكون معظم أرضيات المحيطات، يزداد عمره كلما بعدنا على جانبى سلسلة الجبال البحرية المغمورة تحت المياه والتى تعرف بأخاديد وسط المحيط، وحتى عند حافة حوض محيط ما





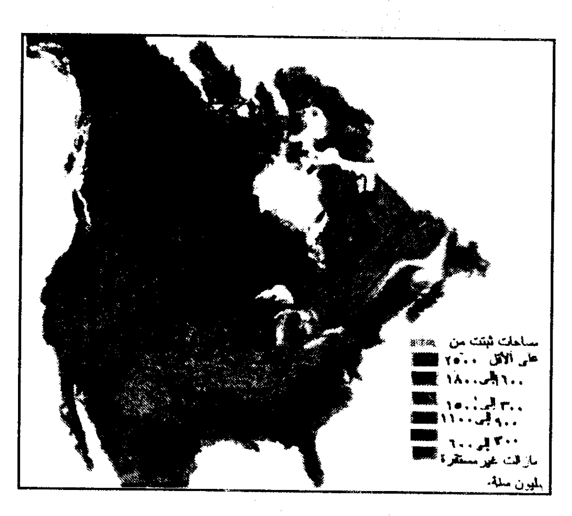
بعيدا جدا عن الأخدود فإن عمر القليل من البازلت قدر بأكثر من ٢٠٠ مليون سنة فقط. والأخدود يقطعة عددا من الفوالق العظيمة تسمى **الفوالق الناقلة** وتتميز هذه الفوالق بالنشاط، حيث تنتشر أرضية المحيط، وهى مواقع للزلازل المطردة. وبين (شكل ٤٨) فقط كبريات هذه الفوالق. وقد أيدت هذه الحقائق مفهوم انتشار وسط المحيط؛ وهى الظاهرة التى تفترض : أن أخاديد وسط المحيط هى مواقع تصعد فيها تيارات بطيئة من مواد المعطف إلى أرضية المحيط، كقشرة محقونة جديدة. ومن ثم تزاح القشرة الباردة على جانبى الأخدود، مكونة جزءا من أرضية المحيط للعديد من ملايين السنين، إلى أن تغوص ثانية عائدة إلى المعطف عند الأماكن المعروفة باسم **المناطق المغلوب عليها**؛ وهى أماكن عند خنادق المحيط العميقة وسلاسل الجزر المحيطية. وحيث أن القشرة القارية جرانيتية، ولهاكثافة أقل من القشرة المحيطية البازلتية، فإنها تحمل فوق أرضية المحيط المتحركة ولكنها لاتغوص فيها. والمحيط الأطلنطى (شكل ٤٨) قد انفتح عبر ٢٠٠ مليون سنة الأخيرة، ومازال يتسع بمعدل سنتيمترات قليلة كل عام. ويجد القارىء نظريات انتشار وسط المحيط والصفائح التكتونية مشروحة فى كتاب قصة الكرة الأرضية للمؤلف.



شكل (٤٨) منظومة أعمار فى شمال الأطلنطى

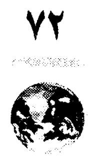


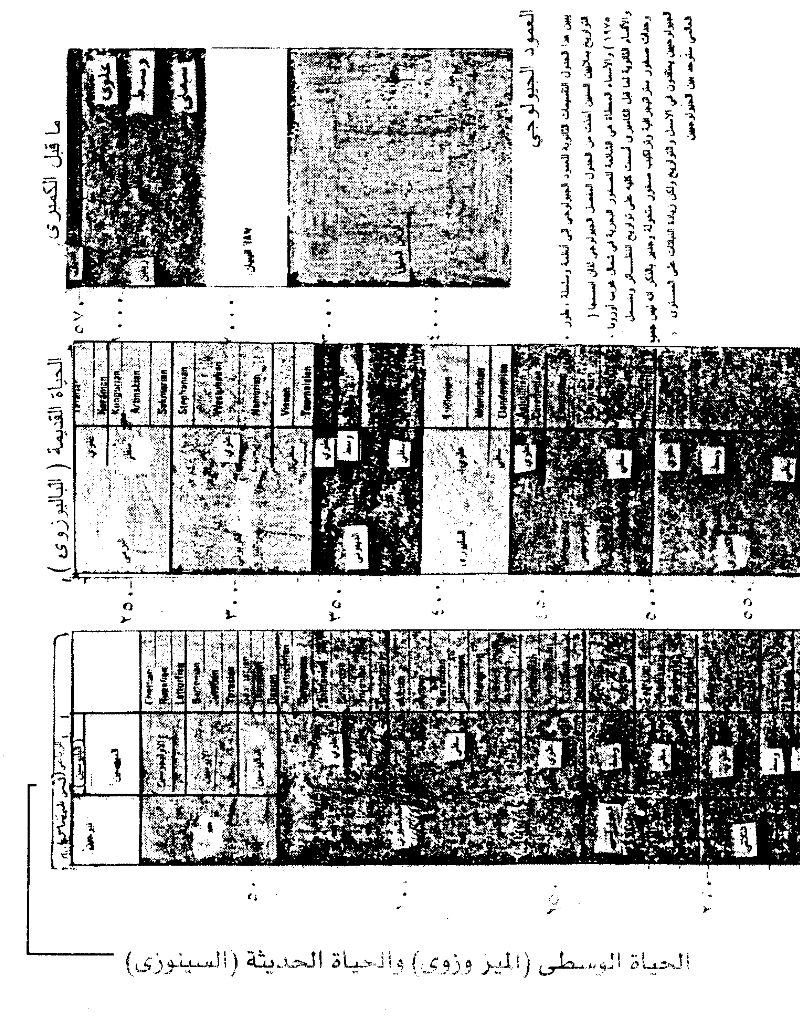




شكل (٤٧) منظومة أعمار

فى شمال أمريكا





الحياة الوسطى (الميزوزوى) والحياة الحديثة (السينوزى)



بِسْمِ اللهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ وَقَدْ خَلَقَكُمْ أَطْوَارًا (١٤) أَلَمْ تَرَوْا كَيْفَ خَلَقَ اللَّهُ سَبْعَ سَمَوَاتٍ طِبَاقًا (١٥) وَجَعَلَ الْقَمَرَ فِيهِنَّ نُورًا وَجَعَلَ الشَّمْسَ سِرَاجًا (١٦) وَاللَّهُ أَنْبَتَكُمْ مِنَ الْأَرْضِ نَبَاتًا (١٧) ثُمَّ يُعِيدُكُمْ فِيهَا وَيُخْرِجُكُمْ إِخْرَاجًا (١٨) وَاللَّهُ جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ بِسَاطًا (١٩) لِتَسْلُكُوا مِنْهَا سُبُلًا فِجَاجًا (٢٠) ﴾

صدق الله العظيم

ســـورة نوح - آية ١٤-٢٠



العالم المتغير دائما

منوال العمليات الچيولوچية فى الماضى:

كان هناك فى القرن التاسع عشر مدرستان لأسلوب العمليات الچيولوچية فى الماضى .

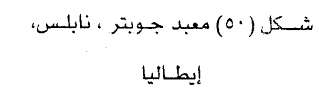
إحدى هاتين المدرستين كانت بقيادة شارلس ليبل (شكل٤٩)، يعتقد أصحابها أن العمليات الچيولوچية الجارية على الأرض فى أيامنا الحالية، كانت تجرى بنفس الأسلوب والشدة منذ الأزمنة المبكرة إلى الوقت الحالى، واستنادا على بطىء عمليات النحت أو الترسب، والرفع والخفض، أو اكتساب أرضية جديدة فى البحر التى تتم الآن على مهل رويدا رويدا، فإنهم يعتقدون انه لابد أن تكون الكرة الأرضية قديمة قدما غير محدود، حتى يبرروا الزمن اللازم للتغيرات الجغرافية المهولة التى حلت عليها. وأصحاب هذه المدرسة يؤكدون أن التسجيل الچيولوچى لايعطى شواهد تكوين الكرة الأرضية، إنما يعطى فقط تماثل واطراد الأحداث بقدر مايستطيعون اقتفاء الأثر. والشاهد على اعتقاداتهم معبد جوبتر سيرابيس بالقرب من نابولى (شكل٥٠) حيث توجد ثلاثة أعمدة مازالت قائمة، بالرغم من التغيرات الكثيرة فى مستوى سطح البحر منذ ٢٠٠٠ عام مضت، وقد اعتبر الچيولوچيون أصحاب مذهب تماثل الأحداث أن هذا برهانا على بطىء العمليات الچيولوچية.

شكل (٤٩) شارلس ليبل
(١٧٩٧-١٨٧٥)





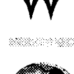
أما المدرسة الأخرى تشمل الچيولوچيين الذين يعتقدون أن التغيرات الجغرافية كانت كبيرة كبرا بالغا بحيث لايصح أن تحسب بمعدل العمليات الچيولوچية المعروفة حاليا وهم يعتقدون أن العمليات التى تجرى حاليا لابد أنهاكانت تتم فى الماضى بطاقة أكبر، وأنه كانت هناك عمليات أخرى ليست معلومة لنا الآن. وهذه السرعة فى التغيرات الجغرافية يعنى - لهم - أن الأرض قديمة، ولكن ليس قدما غير محدود. وهم يعتقدون أيضا أن هناك شواهد على أن أصل الأرض كانت كرة منصهرة، وأن النقص الحالى فى طاقة عملياتها يرجع إلى برودتها مع الزمن ، وأحد أهم شواهدهم وجود الصخور البالية- بفعل المياه- الهائلة المنقولة على سهول شمال أوربا وبعيدة جدا عن أى بروز لأية طبقة صخرية (شكل ٥١)، ولتبرير ذلك فهم يعتقدون فقط فى فيضان كارثى أكبر من أى فيضان سجل على مدى الأزمنة التاريخية ، وهذه كانت المدرسة الكوارثية فى الچيولوچيا.



شكل (٥٠) معبد جوبتر ، نابلس، إيطاليا

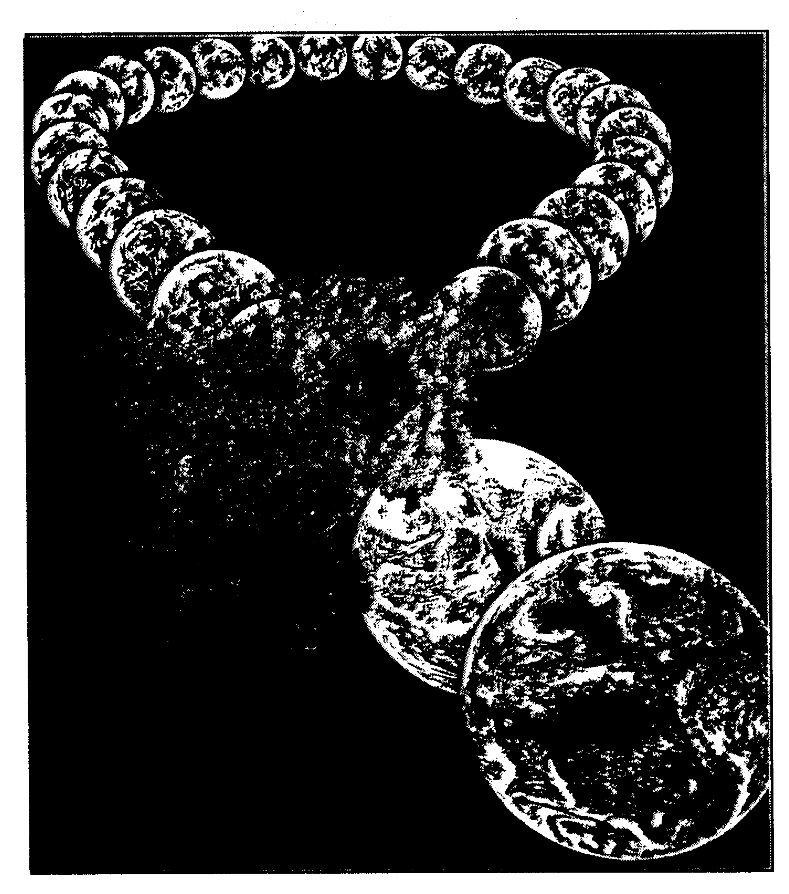


شكل (٥١) صخور بالية منقولة ، للانبيريس ، والز





أما الأفكار الچيولوچية الحديثة فهى تشتمل على عناصر كلا الفلسفتين، حيث أن الحاضر مازال يستعمل كمفتاح للماضى فى إعادة تركيب البيئات القديمة، ولكن تحقق أن قصة الأرض العتيقة الأولية لايمكن أن تسرد بمفاهيم الچيولوچيين ذوى مذهب تماثل الأحداث.



شكل (٥٢) نشأة الكرة الأرضية من سحابة الغاز والأتربة وتكون الكوكب الصخرى ٤٥٠٠ مليون سنة من التغيرات الچيولوچية







بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ والأرض مددناها وألقينا فيها رواسي وأنبتنا فيها من كل شيء موزون (١٩) وجعلنا لكم فيها معايش ومن لستم له برازقين (٢٠) وإن من شيء إلا عندنا خزائنه وما ننزله إلا بقدر معلوم (٢١) وأرسلنا الرياح لواقح فأنزلنا من السماء ماء فأسقيناكموه وما أنتم له بخازنين (٢٢) وإنا لنحن نحيي ونميت ونحن الوارثون (٢٣) ﴾

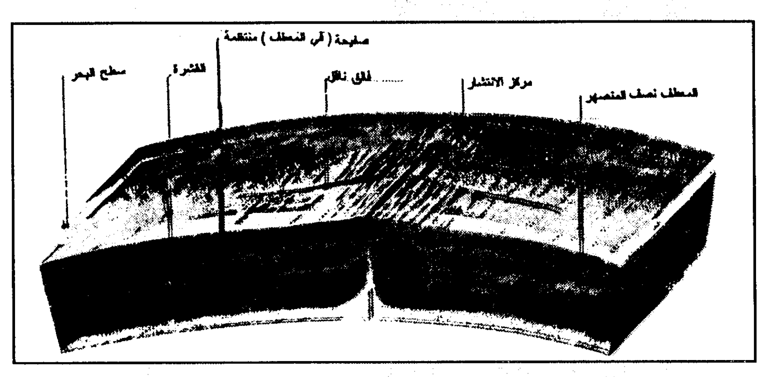
صدق الله العظيم

سورة الحجر - آية ١٩-٢٣



الجغرافيا والمناخ فى الماضى :

الوضع الجغرافي؛ أى توزيع الأرض والبحر، قد تغير عبر تاريخ الكرة الأرضية تحت تأثير ثلاث عمليات چيولوچية. أبطأهم النمو المطرد للقشرة القارية، بانفصال الجرانيت من المعطف، الذى صوحب بتكثيف لبخار الماء الناتج من الغازات البركانية. والعملية الثانية هى إنتشار أرضية المحيط حول خطوط أخاديد وسط المحيط. وكذلك انتقال (انجراف) ما يشبه طوفانات القارات بمعدل سنتيمتر واحد أو اثنين كل عام (شكل ٥٣).



شكل (٥٣) نشأة أرضية محيط عند أخدود وسط المحيط (منطقة انتشار)

والشواهد على إنجراف القارات تتضح من تطابق حواف بعض القارات التى كانت ملتحمة ببعضها مثل غرب أفريقيا وشرق أمريكا الجنوبية (شكل ٥٤)، وأيضا من الحركة الظاهرية للقطب الشمالى (تجوال القطب) عند رسم مغناطيسية الصخور ذات الأعمار المختلفة (شكل ٥٥)، وكذلك من منظومات عمر وتركيب أرضية المحيط نفسها (شكل ٤٨). والعملية الثالثة هو تغير مستوى سطح البحر، إما بسبب التغير فى كمية المياه فى أحواض المحيطات، أو بسبب تحركات القشرة الرأسية. وقد أدى بناء الجبال أثناء الفانيروزويك إلى نقص



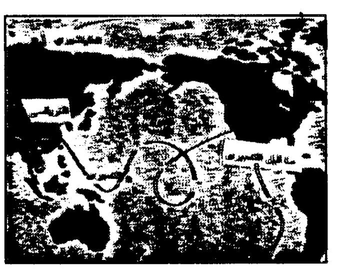


مطرد لمساحات الأرفف البحرية بزيادة سمك القشرة الأرضية. كما أن نشأة أخدود بحرى جديد يرفع من مستوى البحر ويزيد الأرفف البحرية. فى حين أن بناء القمم الجليدية، قلنسوة القطب الجليدية، أثناء عصر ثليجى، تتسبب فى إنخفاض مستوى البحر. كما أن ترسب طبقات سميكة من الرسوبيات، مثلما يحدث فى دلتا المسيسبى، تسبب تغيرا جغرافيا محليا، بالضغط على القشرة القارية.

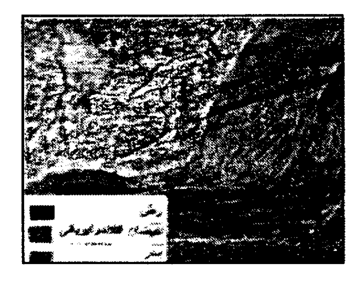
وتعتمد قدرتنا على رسم خرائط الجغرافيا العتيقة على توزيع الصخور، عند السطح أو فى الآبار فى الوقت المطلوب، وعادة ماتكون معلوماتنا غير مكتملة ومتقطعة. ولكن يحدث من حين لآخر، أن تكتمل شواهد كافية، محفوظة فى صخور مـ حاـ محدودة، تكفى لبناء صورة تفصيلية للجغرافيا القديمة. (والأشكال من ٦١ إلـ ٦٤) تبين أربعة أمثلة من بريطانيا وفرنسا.



شكل (٥٤) تطابق القارات الشمالية



شكل (٥٥) التجوال الظاهرى للقطب الشمالى



شكل (٥٦) التغير الجغرافى فى السيلوريان السفلى



شكل (٥٧) التغير الجغرافى فى الطباشيرى العلوى



الوضع المناخي : في الماضي يمكن أن يعاد تركيبه من الدلائل المسجلة في الحفريات والصخور. وكقاعدة عامة، فإن المناخ الدافىء يساعد على تواجد نباتات وحيوانات متنوعة، أكثر مما يساعد عليه المناخ البارد، ولذلك فإن طبقات الصخور المتتابعة المحتوية بالتوالي على حفريات تقل باطراد؛ توحي ببرودة المناخ باطراد أيضا، ولكن هناك تعليلات أخرى . وبالنسبة للعصور الجيولوجية الأكثر حداثة، يمكن أن تقارن الحفريات بالأشكال الحية، والمرتبطة بشدة بمدى مناخي معروف، ومنه نستنتج المناخ القديم. وقد تم هذا باستخدام الفورامينيفيرا في رواسب المحيطات، وبالحشرات، وبرخويات وصدفيات المياه العذبة والمالحة، وبحفريات اليابسة وبحبوب النباتات. وهناك أيضا طريقة أخرى مختلفة تماما، تعتمد على قياس نظائر الأوكسجين في صدف الحفريات، تتيح تقدير درجة حرارة المياه في الماضي حتى ٢ درجة مئوية، حيث يستنفذ نمو الصدف اثنين من نظائر الأوكسجين من الماء بنسبة تتوقف على درجة الحرارة. وتقاس هذه النسب في الحفريات باستخدام مطياف حساس، وبذلك يستدل على درجة الحرارة في الماضي. وقد وجد في إحدى التحاليل الحديثة أن ببليمنيت الجوراسي من كاوهيا بنيوزيلندا قد عاشت في مياه ذات حرارة تراوحت من ١٥ درجة مئوية إلى ٢٠ درجة مئوية تبعا لفصول السنة. أما الرسوبيات بماسُجّل في صخورها، التي تعطينا دلائل عن المناخ في الماضي هي : الطبقات الحمراء والرمال التي نتجت عن هبوب الرياح تكون قد تكونت في ظروف صحراوية، والرسوبيات المغسولة والمحروثة تكون قد ترسبت من ذوبان الثلج ، وصخور لأتربت والبايوكسيت تكون قد تكونت بعوامل التعرية في مناخ استوائي.

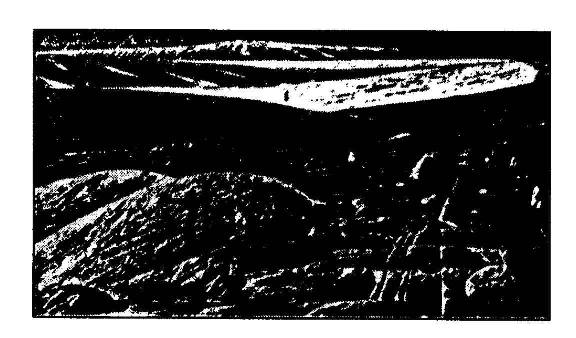
ونستنتج من تطبيق هذه الطرق أن مناخ العالم اليوم يختلف كثيرا عما كان عليه في الماضي، فعلى سبيل المثال في العصر الجوراسي يحتمل أن الاختلاف في المناخ من خط الاستواء إلى القطبين كان بسيطا. ومن ناحية أخرى فإن مناخ أي مكان قد تغير بمرور الوقت.



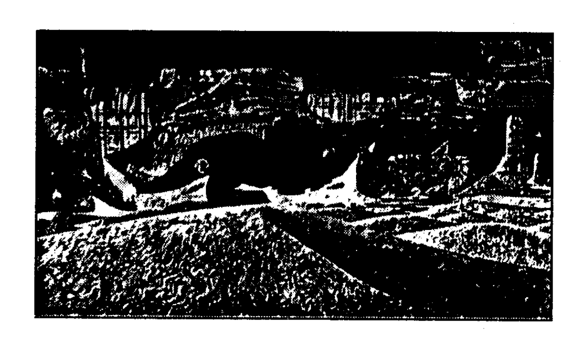
(والأشكال ٥٨، ٥٩، ٦٠) من رسومات المتحف الجيولوجى البريطانى بلندن يوضح إعادة تركيب تغيرات المناخ والظروف التى يمكن استنتاجها من الطبقات فى وادى عدن شمال انجلترا.

ويمكن شرح هذه التغيرات فى ضوء إنجراف القارات عبر خطوط العرض، ولكن السؤال كيف يمكننا تقديم بيانا عن تغيرات المناخ على مستوى الكرة الأرضية ككل، مثل البرودة البالغة التى بدأت منذ ٣٥ مليون سنة وبلغت أوجها فى زمن الثليج فى البليستوسين؟ وللإجابة على هذا السؤال، فهناك عوامل داخلية، وأخرى خارجية . العوامل الداخلية التى ربما أثرت على مناخ الكرة الأرضية ككل هى وضع القارات، وتوزيع اليابسة والبحار وسلاسل الجبال، وكمية التراب البركانى، وثانى أوكسيد الكربون فى طبقات الجو العليا. والعوامل الخارجية هى التغير فى مدار الكرة الأرضية ، والتغيرات فى قوى التجاذب بين الأرض والشمس والقمر والكواكب، والتغيرات فى الطاقة الخارجة من الشمس. ومازالت نسب أهمية كل هذه العوامل فى جدل مستمر. ولكن من الواضح أن كلا من الزمن الثليجى، وأى زمن صحراوى، لكل منها مجموعة أسباب فريدة خاصة بها. ومن المحتمل أن العاملين الأولين : وضع القارات ، وتوزيع اليابسة والبحر، هما أهم عاملين، فبهما يتم ضبط التيارات المحيطية وبذلك يتم ضبط سقوط الثلج والأمطار. كذلك العوامل الخارجية ، مثل شكل مدار الأرض، تلعب بالتأكيد جزءا فى تغير المناخ، ويمكن تتبع آثار تأثيرهم فى التغيرات السريعة خلال البلايستوسين.





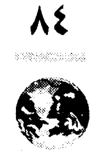
شكل (٥٨) وادى عـــدن، كـمـبـيـرلاند، العـمـر الثليـجى، نصف مليـون سـنـة مـــــــضــت



شكل (٥٩) وادى عـــدن، كـمـبيـرلاند ، الصـحـراء الساخنة، ٢٥٠ مليون سنة مــــــــــــضــت

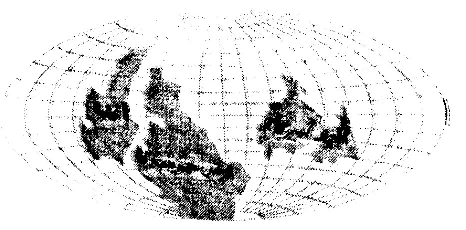


شكل (٦٠) وادى عـــدن ، كـمـبـيـرلاند، دافىء ، ذو مستنقعات، وغابات ٢٩٠ مليـــون سنة مـــضـت



جغرافية البليوزويك الأسفل (الدهر القديم) :

لقد تم رسم أوضاع القارات الثلاث التى كانت موجودة منذ ٥٠٠ مليون سنة باستخدام بيانات المغناطيسية القديمة، ولكن نظرا لتباعد الدلالات للمساحات الكبرى مثل الصين وأمريكا الجنوبية؛ فمن الممكن أن تكون هناك أخطاء خطيرة (شكل ٦١). وعلى صعيد آخر، فقد كشف التخريط الدقيق جدا لعدم التطابق (اللاتطابق) أسفل السيلوريان فى حدود ولسن فى بريطانيا، عن شكل المنظر العام الأرضى الذى غمره البحر أثناء تحركة فى اتجاه الشرق، عبر وسط إنجلترا منذ ٤٣٥ مليون سنة مضت (شكل ٦٢). كذلك يمكن الحصول على بعض دلائل الچيولوچيا السطحية فى هذا الزمن.



شكل (٦١) القارات ٥٠٠ مليون سنة مضت



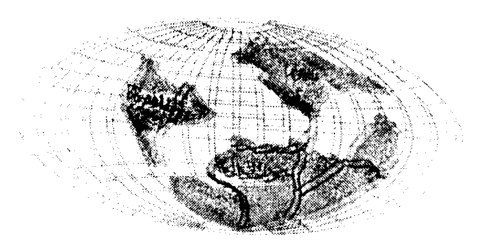
شكل (٦٢) اويلش بوردر ٤٣٥ مليون سنة مضت



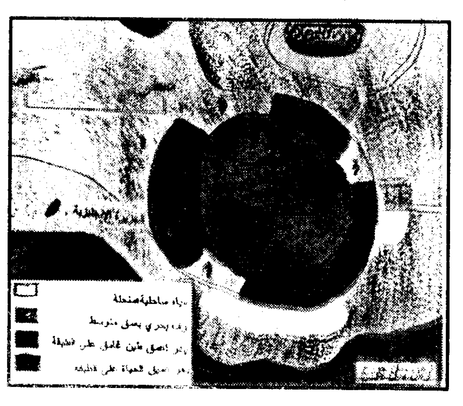


جغرافية العصر الكربونى:

يمكن رسم مواقع القارات منذ ٣٢٥ مليون سنة. بيقين أكبر، عن رسم مواقعها فى العصر السابق، ولكن نظرا لأن خطوط العرض وخط تشكيل الكسرات هى المعلومة فقط، فإن خطوط الطول، وعليه فشكل أحواض المحيطات، مازالت فى دور التخمين فى هاتين الخريطتين فى البليوزويك (شكل ٦٣). كما أن دراسة الطوائف المختلفة للحيوانات البحرية التى عاشت فى البحار، التى كانت تغطى شمال إنجلترا منذ ٣١٠ مليون سنة، قد يسرت رسم خريطة مبينة ليس فقط خطوط السواحل القديمة، ولكن بينت أيضا مساحات ذات عمق دقيق، وظروف أرضية البحر شكل ٦٤).



شكل (٦٣) القارات ٣٢٥ مليون سنة مضت

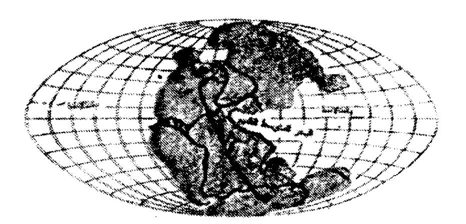


شكل (٦٤) شمال انجلترا ٣١٠ مليون سنة مضت

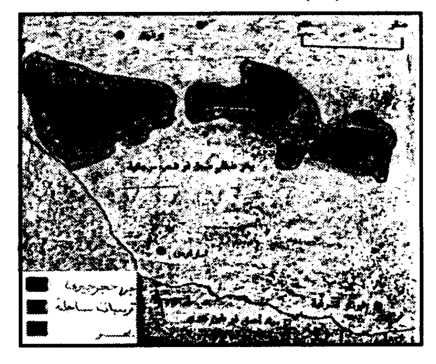


جغرافية العصر الجوراسي:

منذ حوالى ٢٧٥ مليون سنة تصادمت الثلاث قارات التى كانت موجودة خلال الباليوزيك، والتحمت مع بعضها مكونة كتلة يابسة وحيدة تسمى بانجايه. وتحدد جبال اورال خط التصادم لإثنين من القارات القديمة. وقد بقيت بنجاى، دون تغير، عبر عصور البرميان، والترياس (الثلاثى) إلى الجوارسى منذ ١٧٥ مليون سنة (شكل٦٥)، وتبين الخريطة التفصيلية ثلاث جزر من الحجر الجيرى فى العصر الكربونى، والتى بقيت فوق البحر، فى الجوراسى المبكر، فى جنوب ويلس (شكل٦٦). ويمكن تتبع آثار فى الحجر الجيرى لعدد من الكهوف، مملوءة برسوبيات تؤول إلى العصر الجوراسى عندما كانت الجزر مغمورة.



شكل (٦٥) القارات ١٧٥ مليون سنة مضت



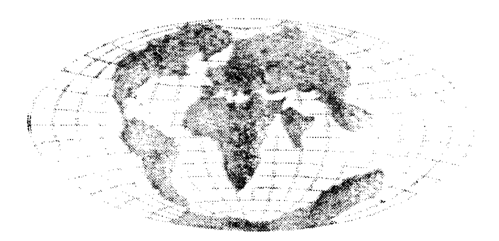
شكل (٦٦) جنوب ويلز ١٧٥ مليون سنة مضت





جغرافية الايوسين (العصر الحديث السابق)

يقودنا تفكك بنجاى، الذى بدأ منذ ١٠٠ مليون سنة مضت، مباشرة إلى نموذج القارات التى نشاهدها اليوم. منذ حقبة الإيوسين منذ ٥٠ مليون سنة مضت كانت المحيطات الأطلنطى والهندى والباسفيكى موجودة (شكل ٦٧). ويعتبر تصادم قارة الهند بقارة آسيا، وانفصال قارة استراليا من القارة القطبية الجنوبية، هما اكبر الأحداث الجغرافية فى الخمسين مليون سنة الماضية. وتبين الخريطة المفصلة جغرافية القنال الإنجليزى، وقت ترسيب الطين الصفحى ورمال المقاطعة الغربية للقنال (شكل ٦٨).

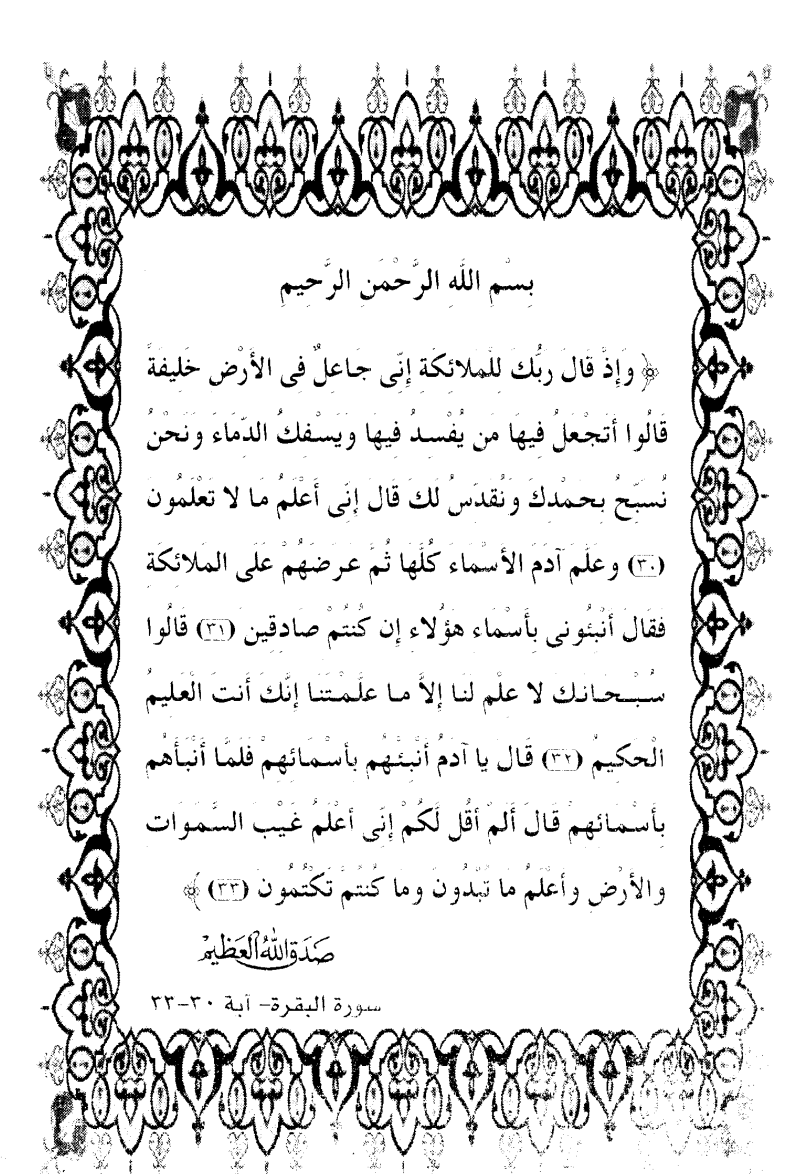


شكل (٦٧) القارات ٥٠ مليون سنة مضت



شكل (٦٨) القنال الإنجليزى ٥٠ مليون سنة مضت





بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وإذ قال ربك للملائكة إنى جاعل فى الأرض خليفة قالوا أتجعل فيها من يفسد فيها ويسفك الدماء ونحن نسبح بحمدك ونقدس لك قال إنى أعلم ما لا تعلمون (٣٠) وعلم آدم الأسماء كلها ثم عرضهم على الملائكة فقال أنبئونى بأسماء هؤلاء إن كنتم صادقين (٣١) قالوا سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك أنت العليم الحكيم (٣٢) قال يا آدم أنبئهم بأسمائهم فلما أنبأهم بأسمائهم قال ألم أقل لكم إنى أعلم غيب السموات والأرض وأعلم ما تبدون وما كنتم تكتمون (٣٣) ﴾

صدق الله العظيم

سورة البقرة- آية ٣٠-٣٣



الحقب الرابع:

تميز الحقب الرابع بالعصر الثلجى فى نصف الكرة الشمالى متلازما مع تغيرات فى مستوى سطح البحر، وتطور الصحارى الكبرى. كما شهد أيضا بزوغ وسيطرة الإنسان . والاختلافات بين البليستوسين والأشكال الحية الحديثة ، تكمن بشدة بين الثدييات الأرضية، وهى تعود إلى الإنقراض اكثر منه إلى التطور. فقد ماتت الثدييات الضخمة خلال المائة الف سنة الماضية مشتملة على الماموث، والخرتيت المكسو بالصوف الأوربى، والكنجارو العملاق فى استراليا، والحيوان الكسول الضخم الأرضى فى أمريكا الجنوبية. وإلى الآن ليس هناك علاقات كثيرة لأشكال متطورة لتسد النقص فى هذه الفترة من الحياة.

الإنسان نشأ فى افريقيا خلال المايوسين وانتشر على مدى واسع، وصنع، واستخدم الآلات فى بداية البليستوسين. وتواجد الرجل العصرى الحديث فى آسيا، وانتشر فى أوروبا منذ ٥٠٠٠٠ سنة، وتطورت الزراعة فى الشرق الأوسط منذ حوالى ١٠٠٠٠ سنة، وبعد ذلك بـ ٤٠٠٠ سنة تم إقامة المدن وبدأت الكتابة فى الاستخدام. وبهذه الأحداث نكون قد وصلنا فجر التاريخ المعاصر، وإلى نهاية الچيولوچيا.

ومن موقعنا الحالى فى القرن العشرين، من السهل أن نبالغ فى المميزات الخاصة لعالمنا اليوم وأن نغالى فى تقدير أهمية الإنسان وسيطرته على الأرض كلها، وأن نشعر بوصوله، ان الأزمنة الچيولوچية « بكيفيه ما» فى نهاية ما.

والچيولوچى، وفى عقله أن عمر الأرض ٤٦٠٠ مليون سنة، تحقق أن سيطرة الإنسان خلال الآلاف القليلة من السنين ماهى إلا نقطة فى محيط العصور الچيولوچية ، وتحقق من أنه سواءًا كان الإنسان كنوع يستطيع أن يبقى بعد غيره لمئات من السنين الأخرى، أو إلى ملايين قليلة، فإن الزمن سيستمر، وأن العمليات الچيولوچية ستستمر، وان الحياة ستستمر، وأن الإنسان ومع كل وضعه القيادى الحالى فسيقطع رقما قليلا جدا فى التسجيل الچيولوچى المستقبلى.





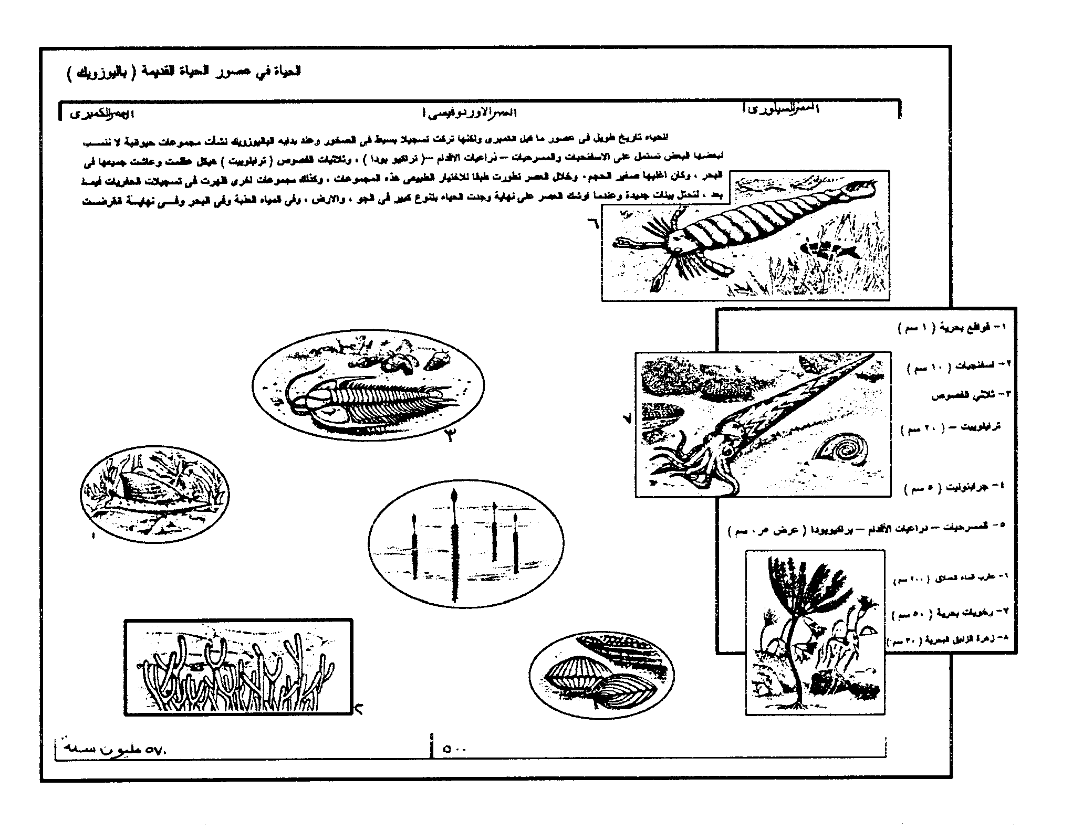
بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ والله خلق كل دابة من ماء فمنهم من يمشى على بطنه ومنهم من يمشى على رجلين ومنهم من يمشى على أربع يخلق الله ما يشاء إن الله على كل شيء قدير (٤٥) لقد أنزلنا آيات مبينات والله يهدى من يشاء إلى صراط مستقيم (٤٦) ﴾

صدق الله العظيم

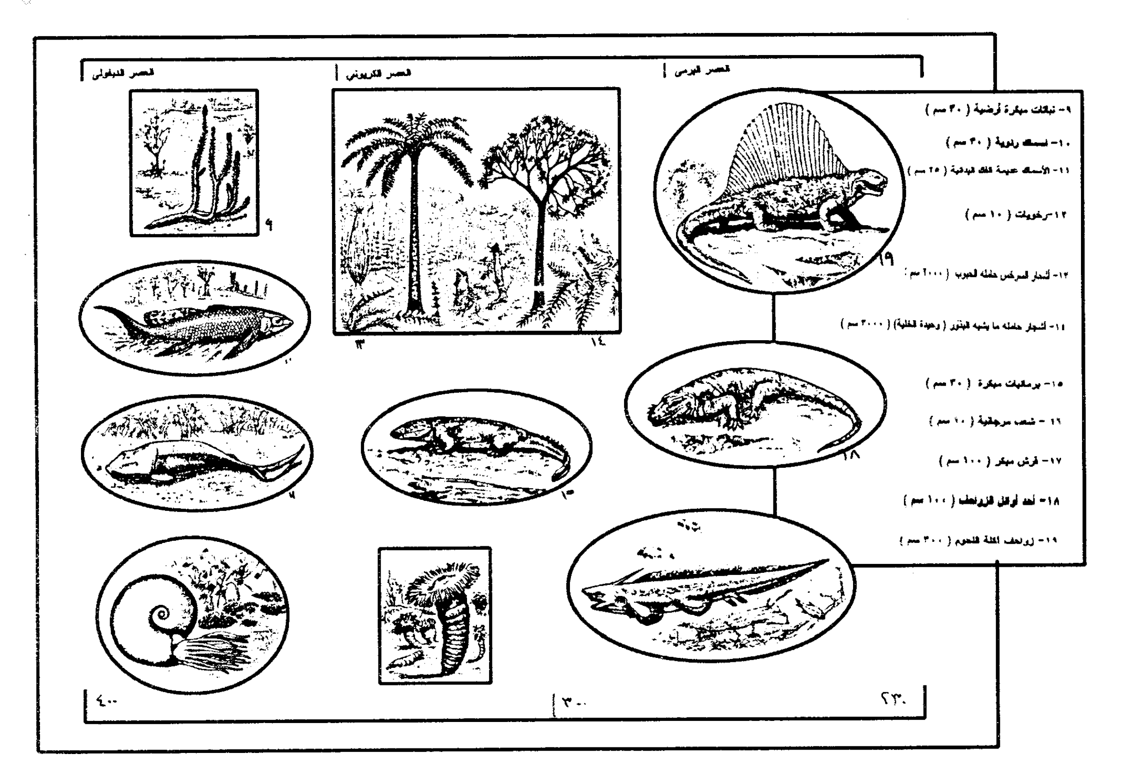
سورة النور - آية ٤٥-٤٦

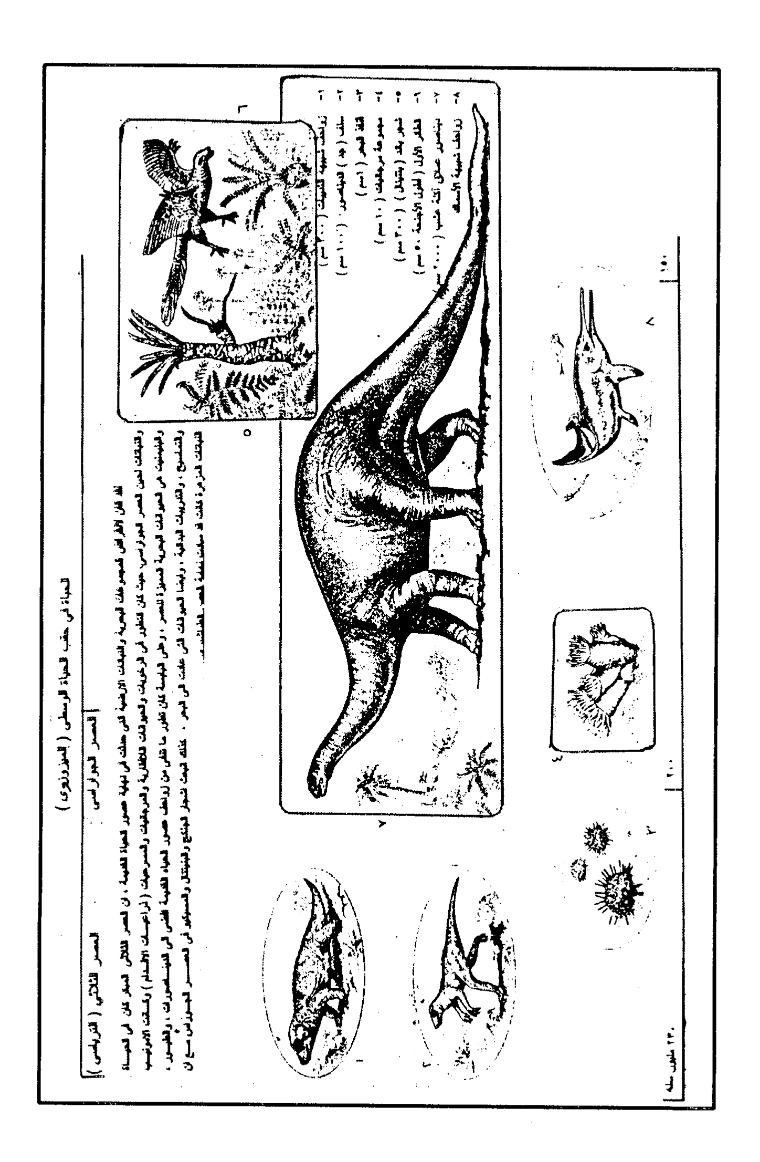



الحياة في عصور الحياة القديمة (باليوزويك)
العصر الكمبري
العصر الاوردوفيسي
العصر السيلوري
للحياه تاريخ طويل في عصور ما قبل الكمبري ولكنها تركت تسجيلا بسيطا في الصخور وعند بداية الباليوزويك نشأت مجموعات حيوانية لا تنتسب لبعضها البعض تشتمل على الاسفنجيات والمسرجيات – ذراعيات الاقدام –(براكيو بودا) ، وثلاثيات الفصوص (ترايلوبيت) هيكل صلب وعاشت جميعها في البحر ، وكان اغلبها صغير الحجم ، وخلال العصر تطورت طبقا للاختيار الطبيعي هذه المجموعات ، وكذلك مجموعات اخرى ظهرت في تسجيلات الحفريات فيما بعد ، لتحتل بيئات جديدة وعندما اوشك العصر على نهاية وجدت الحياه بتنوع كبير في الجو ، والارض ، وفي المياه العذبة وفي البحر وفي نهاية انقرضت
١ – قواقع بحرية (١ سم)
٢ – اسفنجيات (١٠ سم)
٣ – ثلاثي الفصوص ترايلوبيت – (٢٠ سم)
٤ – جرابتوليت (٥ سم)
٥ – المسرجيات – ذراعيات الأقدام – براكيوبودا (عرض ٠ر٥ سم)
٦ – عقرب الماء العملاق (٢٠٠ سم)
٧ – رخويات بحرية (٥٠ سم)
٨ – زهرة الزنبق البحرية (٣٠ سم)
٥٧٠ مليون سنة
٥٠٠






العصر الديفوني
العصر الكربوني
العصر البرمي
٩- نباتات مبكرة أرضية (٣٠ سم)
١٠- أسماك رئوية (٣٠ سم)
١١- الأسماك عديمة الفك البدائية (٢٥ سم)
١٢- رخويات (١٠ سم)
١٣- أشجار السرخس حاملة الحبوب (٢٠٠٠ سم)
١٤- أشجار حاملة ما يشبه البذور (وحدة الخلية) (٣٠٠٠ سم)
١٥- برمائيات مبكرة (٣٠ سم)
١٦ - شعب مرجانية (١٠ سم)
١٧- قرش مبكر (١٠٠ سم)
١٨- أحد أوائل الزواحف (١٠٠ سم)
١٩- زواحف آكلة اللحوم (٣٠٠ سم)
٤٠٠
٣٠٠
٢٣٠



الحياة في حقب الحياة الوسطى (الميزوزوى)

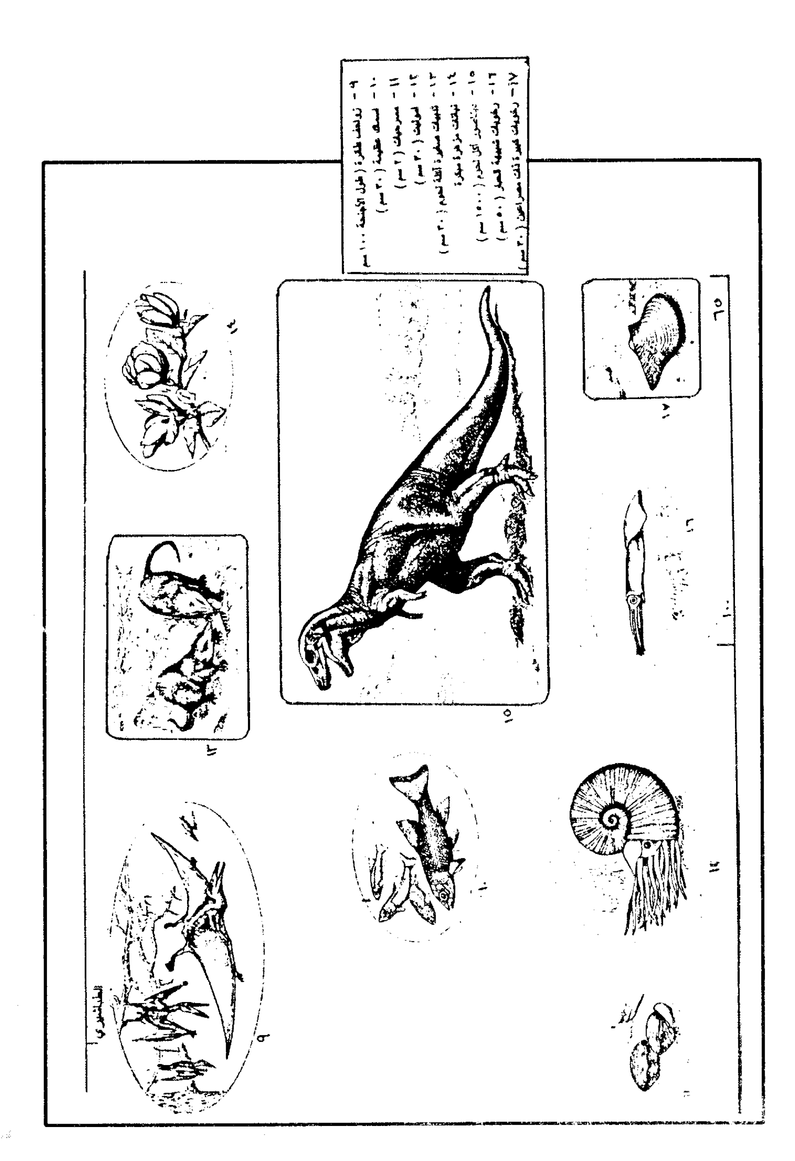
العصر الثلاثي (الترياسي) | العصر الجوراسي

لقد كان لانقراض المجموعات البحرية والنباتات الارضية التى حدثت فى نهاية عصور الحياة القديمة ، ان العصر الثلاثى المبكر كان فى الحياة والنباتات لحين العصر الجوراسي، حيث كان التطور في الرخويات والحيوانات اللافقارية والمرجانيات والمسرحيات (ذراعيات الاقدام) وكانت الامونيت والبلمنيت هي الحيوانات البحرية المميزة للعصر ، وعلى اليابسة كان تطور ما تبقى من زواحف عصور الحياة القديمة افضى الى الديناصورات ، والطيور ، والتماسيح ، والثدييات البدائية ، وايضا الحيوانات التى عادت الى البحر . كذلك انبعث اشجار الجنكو والبنيتال والسيكو فى العصر الجوراسى مع ان النباتات المزهرة كانت قد سادت نهاية العصر الطباشيري.

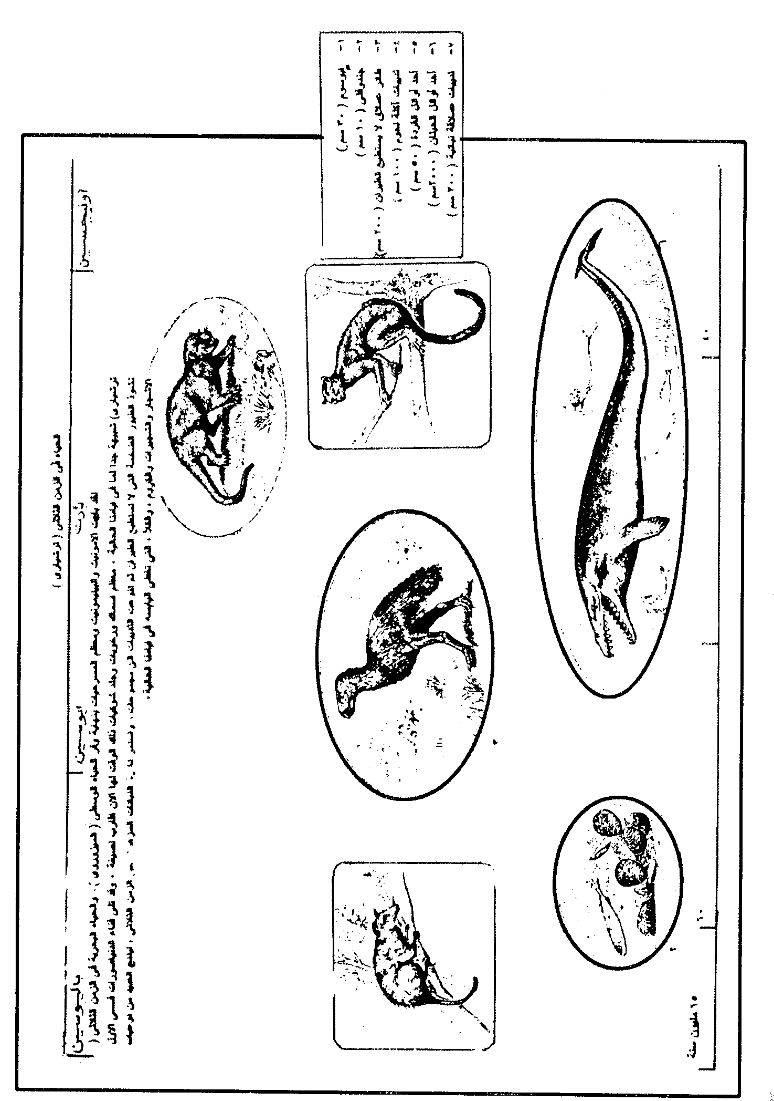
١- زواحف شبيهة الثدييات (٣٠٠ سم)
٢- سلف (جد) الديناصور (١٠٠ سم)
٣- قنفذ البحر (١سم)
٤- مجموعة مرجانيات (١٠ سم)
٥- شجر بلد (بنتيتال) (٣٠٠ سم)
٦- الطائر الأول (لطول الأجنحة ٥٠ سم)
٧- ديناصور عملاق آكلة عشب (٢٠٠٠ سم)
٨- زواحف شبيهة الأسماك

٢٣٠ مليون سنة | ٢٠٠ | ١٥٠

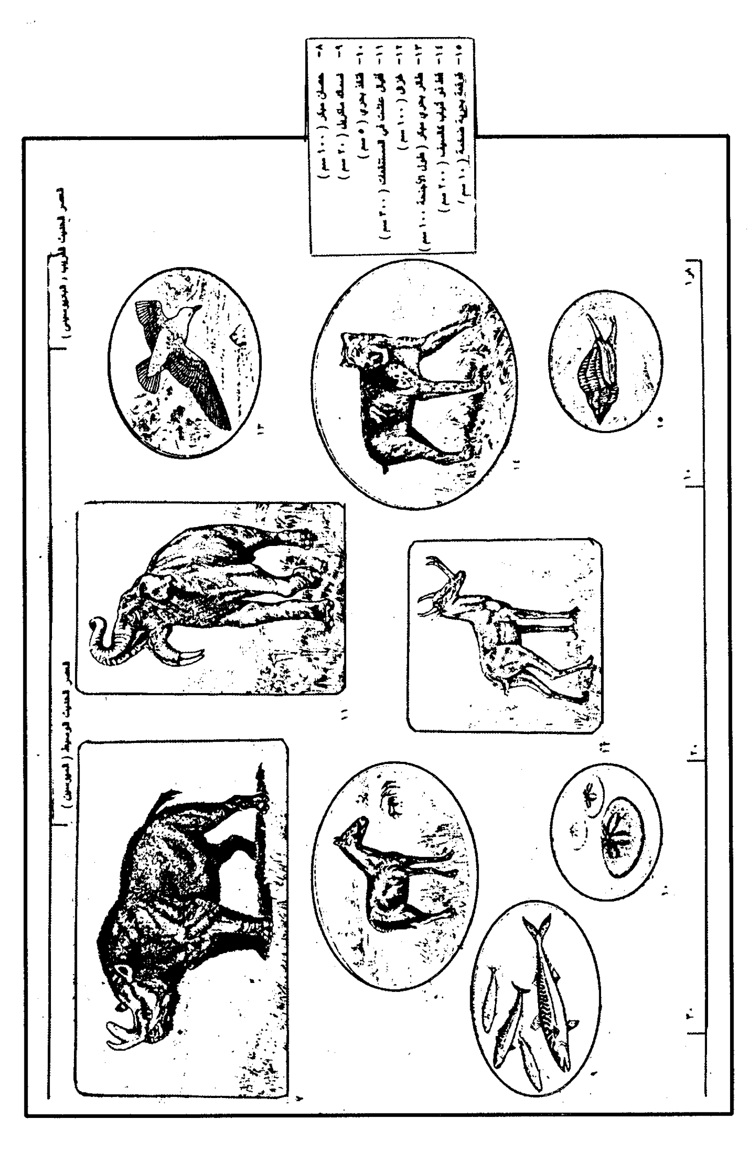



الطباشيري
٩ - زواحف طائرة (طول الأجنحة ١٠٠ سم
١٠ - أسماك عظمية (٣٠ سم)
١١ - مسرجيات (٢ سم)
١٢ - أمونيت (٣٠ سم)
١٣ - ثدييات صغيرة آكلة لحوم (٣٠ سم)
١٤ - نباتات مزهرة مبكرة
١٥ - ديناصور آكل لحوم (١٥٠٠ سم)
١٦ - رخويات شبيهة الحبار (٥٠ سم)
١٧ - رخويات كبيرة ذات مصراعين (٣٠ سم)
٦٥
١٠٠












الحياة في الدهر الرباعي (الكواترنارى)
PLEISTOCENE
١- غزال عملاق (٢٠٠ سم)
٢- فيل من العصر الثلجي – الماموث الصوفي (٣٠٠سم)
٣- إنسان عاش في أوروبا (٥٠٠٠٠ سنة)
٤- الكسلان من أمريكا الجنوبية (٤٠٠ سم)





شكل (٦٩) أهرامات الجيزة ، مصر ، بنى ٤٥٠٠ سنة مضت



كتب للمؤلف

قصة الكرة الأرضية

التنقيب الجيومغناطيسى

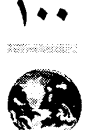
التنقيب بالطرق الكهربائية

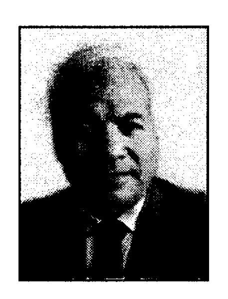
التنقيب بطرق الجاذبية الأرضية

المغناطيسية الأرضية وتطبيقاتها الحديثة

الطاقة الشمسية فى خدمة أمان ورفاهية الأنسانية

الطاقة الحرارية الأرضية متاعا للبشرية





دكتور/ حنفى على دعبس

استاذ الجيوفيزياء بالمعهد القومى
للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية - حلوان

حصل على بكالوريوس العلوم عام ١٩٦١م. من جامعة القاهرة ثم دكتوراه عام ١٩٧٠م. فى فلسفة العلوم فى الطبيعة الأرضية من الأكاديمية التشيكوسلوفاكية (جيوفيزياء). تدرج فى الوظائف العلمية بالمعهد حتى استاذ باحث عام ١٩٨٠م. حيث عين رئيسا لقسم المغناطيسية والتثاقلية الأرضية (١٩٨٠ - ١٩٨٦) ثم نائبا لرئيس المعهد (١٩٨٦ - ١٩٩٥) ثم رئيسا للمعهد (١٩٩٥ - ١٩٩٧).

وهو عضو مجلس ادارة المعهد القومى للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية . ورئيس مجموعة عمل المجالات الداخلية والخارجية المنبثقة من IAGA ، وشغل عضوية كل من مجلس ادارة الجمعية الجيوفيزيقية المصرية واللجنة القومية للطبيعة الأرضية والمكتب الفنى لرئيس اكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا والأمانة الفنية لاكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا والمجلس الأعلى لمراكز ومعاهد البحوث.

فى مجال البحث العلمى وتطبيقاته نشر العديد من البحوث العلمية والكتب فى مجالات الجيوفيزياء المختلفة ، وينتدب للتدريس فى بعض الجامعات المصرية، ويشرف على بعض رسائل الماجستير والدكتوراه، ويمثل جمهورية مصر العربية فى العديد من المؤتمرات والاجتماعات الدولية فى مجالات الجيوفيزياء المختلفة بما فيها المؤتمرات الخاصة بأبحاث العلاقات الشمس أرضية.



فهــــرس



تـابــع فـهــــرس





تم بحمد الله



شـــركـــة مطابع الطوبجى

٢٠ ش الجامع الإسماعيلي - ت : ٧٩٦٢٣٦٤

محمول : ٠١٠/١١١٨٨٨٤ - ٠١٢/٢١١٧٣٠٦

المدير العام

سمير الطوبجي

التصميم والإخراج الفنى للمهندس

مصطفى خيري